



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

Tulviin varautuminen Rovaniemellä ja Kittilässä

Ilmastonmuutoksen vaikutukset tulviin

6/2010

Lapin elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskuksen julkaisuja



European Union
European Regional Development Fund



2007-2013
Innovatively creating
a European Northern
Periphery for a sustainable
and prosperous future

Tulviin varautuminen Rovaniemellä ja Kittilässä

Ilmastonmuutoksen vaikutukset tulviin

Anna Kurkela

6/2010

Lapin elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskuksen julkaisuja

ISSN-L 1799-3865

ISSN 1799-3865 (painettu)

ISBN 978-952-257-200-4 (painettu)

ISSN 1799-3873 (verkkojulkaisu)

ISBN 978-952-257-201-1 (pdf)

Taitto: Erja Hirvonen/Kopijyvä Oy

Kopijyvä Oy, Kuopio 2010

Alkusanat

Tässä raportissa tarkastellaan ilmastonmuutoksen vaikutuksia tulvien muuttumiseen ja tulvansuojeluun Kemi- ja Ounasjoen vesistöissä, Rovaniemen ja Kittilän alueilla. Raportti on osa kansainvälistä Clim-ATIC-hanketta, jossa selvitetään ilmastonmuutoksen vaikutuksia pohjoisilla alueilla sekä laaditaan ilmastonmuutoksen sopeutumisstrategioita eri kohdealueille. Suomessa Clim-ATIC-hankkeen kohdealueina ovat Rovaniemen kaupunki sekä Kittilän ja Kolarin kunnat. Hankkeen tarkoituksena on tuoda tietoa ja opastusta, miten voidaan varautua ilmastonmuutoksen mukanaan tuomiin ongelmiin. Ilmastonmuutoksen suoria vaikutuksia ovat esimerkiksi tulvien esiintyminen, myrskyjen yleistyminen ja sadannan kasvu.

Maaliskuussa 2008 käynnistynyt kansainvälinen Clim-ATIC-hanke tutkii ilmastonmuutoksen vaikutuksia paikallisella tasolla. Clim-ATIC-hankkeen tavoitteena on edistää pohjoisen Euroopan pienten yhteisöjen sopeutumista ilmastonmuutokseen. Tavoitteena on kehittää informaatiopalvelu, joka antaa tietoa, opetusta ja neuvontaa ilmastonmuutokseen sopeutumisesta kunnille, pk-yrityksille ja alueviranomaisille pohjoisilla alueilla. Hanketta johtaa UHI Millenium Instituutti Skotlannissa. Lisäksi hankkeessa on norjalaisia, ruotsalaisia, grönlantilaisia ja suomalaisia partnereita ja kohdealueita.

Clim-ATIC-hankeessa on viisi eri osa-aluetta, jotka ovat yhteydessä toisiinsa. Suomessa hanketta koordinoi Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen (ELY-keskus) ympäristö- ja luonnonvarat vastuualue. Muita projektiin osallistuvia tahoja ovat muun muassa Lapin yliopiston yhteiskuntatutkimuksen laitos, Arktinen keskus, Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen yksikkö sekä Suomen ympäristökeskuksen hydrologian yksikkö. Tämä raportti on osa Workpackage 4:sta, joka koostuu havainnollistavista sopeuttamisprojekteista. WP 4:ssä toteutetaan havainnollisia mallinnuksia ilmastonmuutoksen vaikutuksista pohjoisen alueen kunnille. Ilmastonmuutosskenaarioilla tuotettujen mallien avulla saadaan konkreettista tietoa miten ilmastonmuutos vaikuttaa esimerkiksi paikallisten tulvien muuttumiseen tai sääoloihin ja sitä kautta Lapille tärkeisiin elinkeinoin kuten matkailuun.

Tässä raportissa koostetaan yhteen eri tutkimuksien tuloksia, jotka koskevat Rovaniemen ja Kittilän alueiden tulvia ja tulvansuojelua. Raportissa käydään läpi myös tulvasuojelun vaihtoehtoja, joita mahdollisesti voitaisiin käyttää Rovaniemen kaupungin ja Kittilän kirkonkylän ympäristöissä. Raportin keskeinen osa on ilmastonmuutoksen vaikutukset Rovaniemen ja Kittilän alueiden tulviin, jota on tutkittu Suomen ympäristökeskuksen hydrologian yksikössä. Suomessa ilmastonmuutoksen vaikutuksia tulviin on tutkittu aiemmin ainakin Porin kaupungissa, jossa on saatu hyviä tuloksia tulvamallintamisessa sekä tulvien muuttumisen ennustamisessa.

Sisällysluettelo

1	Johdanto	7
2	Projektialueen kuvaus	9
2.1	Suunnittelualue	9
2.2	Ilmasto	9
2.3	Hydrologia	10
2.3.1	Kemijoen vesistö	10
2.3.2	Ounasjoen vesistö	12
2.4	Kaavatilanne	14
3	Tulvantorjunnan tarve	16
3.1	Aiemmat tulvat Rovaniemen ja Kittilän alueilla	16
3.2	Suurtulvauhka	17
3.2.1	Suuren tulvan syntymiseen vaikuttavia tekijöitä	17
3.2.2	Tulvatilanteiden virtaamat ja vedenkorkeudet	18
3.3	Tulvavahinkoalueet Rovaniemellä ja Kittilässä	19
3.3.1	Tulvavaarakartta	19
3.3.2	Tulvavaarakartoitus Rovaniemellä ja Kittilässä	20
3.3.3	Tulvavaara-alueet Rovaniemellä ja Kittilässä	21
3.4	Vahinkoarviot eri tulvatilanteissa	24
3.5	Ilmastonmuutoksen vaikutukset tulviin Rovaniemen ja Kittilän alueilla	24
4	Tulviin varautuminen Rovaniemellä ja Kittilässä	30
4.1	Tulvien ennakointi	30
4.2	Toteutettuja tulvasuojelutoimenpiteitä	31
4.3	Keinot tulvavahinkojen pienentämiseksi	31
4.3.1	Tulvapenkereet	31
4.3.2	Ruoppaus	32
4.3.3	Tulvaveden pidättäminen valuma-alueella	33
4.3.4	Säännöstelymuutokset	34
4.3.5	Muut vaihtoehdot	34

5	Tulvasuojelu ja lainsäädäntö	36
5.1	Eri viranomaisten vastuut ja tehtävät tulvatilanteissa	36
5.2	Tulviin varautumiseen liittyvää lainsäädäntöä	37
6	Ehdotus jatkotoimenpiteiksi	39
7	Yhteenveto	41
	Lähteet	43

1 Johdanto

Ilmastonmuutos on globaali ilmiö, joka on keskeinen tutkimusteema ympäri maailmaa. Ilmastonmuutoksen syynä on kasvihuoneilmiön voimistuminen, jolla on ilmakehää lämmittävä vaikutus. Lämpötilan nousun lisäksi kasvihuoneilmiö vaikuttaa toteutuessaan alueen sateisiin ja haihduntaan ja sitä kautta koko hydrologiseen kiertoon. Joillakin alueilla lisääntynyt sadanta lisää tulvariskiä. Tulva on sää- ja vesiolosuhteista johtuva luontainen ilmiö, josta on haittaa silloin, jos ihminen ei ota sitä huomioon omissa toissaan.

Sään ääri-ilmiöiden, myrskyjen ja tulvien odotetaan tulevaisuudessa yleistyvän maailmanlaajuisesti ilmastonmuutoksen vaikutuksesta. Keski-Euroopassa esiintyneet, suuria vahinkoja aiheuttaneet tulvat osoittavat, että tulviin on syytä suhtautua vakavasti. Tulvat ovat aiheuttaneet ihmishenkien menetyksiä sekä suuria taloudellisia vahinkoja. Vuosien 1998–2004 aikana Euroopassa on koettu yli sata suuria

vahinkoja aiheuttanutta tulvaa. Kuolonuhreja on ollut 700 ja puoli miljoonaa ihmistä on joutunut muuttamaan tulvien tieltä. Taloudelliset vahingot ovat olleet yli 25 miljardia euroa. (Alho ym. 2008.) Myös Pohjoismaissa on koettu suuria tulvavahinkoja, esimerkiksi Norjan Glomma-joen tulviminen vuonna 1995 aiheutti 200 miljoonan euron vahingot. Lisäksi Ruotsissa runsaat ja pitkäaikaiset sateet ovat aiheuttaneet vakavia tulvia lähivuosina. Tämän tyyppiset tulvat ovat mahdollisia myös Suomessa. (Timonen ym. 2003.)

Vuoden 2002 Tonavan ja Elben vakavien tulvien jälkeen EU:ssa päätettiin tulvantorjunnan ja tulvasuojelun parhaiden käytäntöjen kokoamisesta yhteen. EU:n tulvadirektiivi tuli voimaan vuonna 2007, jonka avulla pyritään vähentämään ja hallitsemaan tulvista aiheutuvia riskejä. Direktiivi määrää kaikki jäsenmaat kartoittamaan tulvariskialueet ja laatimaan niille tulvavaara- ja tulvariskikartat. Tämän jälkeen jäsenvaltiot laativat tulvariskien hallintasuunnitelmat, joiden pitää olla valmiina vuonna 2015. (Alho ym. 2008.)



Kuva 1. Kittilän tulva vuonna 2005. Toisinaan kevättulvat ovat rajuja ja vesi nousee korkealle aiheuttaen vahinkoa erityisesti asutukselle ja tiestölle. (Sauli Koski, Studio Tunturi-Lappi Oy, 2005)

Suomi sijaitsee alueella, jossa ilmaston lämpenemisen arvioidaan olevan voimakkaampaa kuin koko maapallon keskimääräinen lämpeneminen. Muutoksien arvioidaan olevan suurempia talvella kuin kesällä. Talvilämpötilojen arvioidaan kohoavan, talven sateiden arvioidaan lisääntyvän ja lumipeiteajan lyhenevän. Suomessa ilmastonmuutoksen johdosta harvinaiset ja suuret tulvat voivat lisääntyä etenkin kesällä, syksyllä ja talvella.

Lämpötila ja sademäärä ovat tärkeimmät ilmastotekijät, jotka vaikuttavat elinkeinoihin ja yhteisön elämään myös Lapissa. Ilmastonmuutoksen seurauksena sateiden arvioidaan lisääntyvän, mikä voi kasvattaa kevättulvia. Joitakin vuosikymmeniä myöhemmin ilmaston lämmetessä tulvien suuruus pienenee, koska talven lämmetessä talviaikaiset vesisateet yleistyvät ja lumen määrä vähenee. Ilmastonmuutoksen vaikutuksien arviointiin liittyy kuitenkin paljon epävarmuutta ja tutkimuksista saadaan vaihtelevia tuloksia tulvan suuruudesta, joten harvinaisen isoihin tulviin on myös varauduttava.

Yleisimmin tulvia esiintyy keväisin lumen sulamisen seurauksena (kuva 1), mutta poikkeuksellisen sateisina kesinä, kuten vuonna 1992, myös kesä- ja syystulvat ovat mahdollisia. Tyypillisesti Lapin joet

kulkevat syvissä uomissa, joten suuria tulvavahinkoja ei pääse syntymään kovin usein. Lapissa jääpadot aiheuttavat yhden suurimmista tulvariskeistä. Jääpadot voivat paikallisesti nostaa vedenpinnan useita metrejä normaalia tulvatasoa korkeammalle. Jääpatoja syntyy erityisesti luonnontilaisille matalille jokiosuuksille, joita on erityisesti Ounasjoella ja Ylä-Kemijoella. Vuoden 2005 äkillisestä lumien sulamisesta johtuneet tulvat Kittilässä ja Ivalossa osoittavat kuitenkin sen, että suuremmat tulvat ovat mahdollisia Lapissa ilman jääpatojakin. Rovaniemellä viimeisin suuri tulva on esiintynyt keväällä 1993 Kemijoella.

Tässä työssä keskitytään Rovaniemen ja Kittilän alueiden tulvatilanteisiin, selvitetään kuinka ilmastonmuutos vaikuttaa tulviin ja tarkastellaan tulvasuojelun vaihtoehtoja. Tulvasuojeluun liittyvät asiat eivät ole pelkästään Rovaniemen tai Kittilän asia, vaan ne koskevat koko Kemijoen vesistön valuma-aluetta. Tulvasuojelun ratkaisemiseksi tarvitaan laaja-alaista seudullista yhteistyötä. Maankäyttöä ja rakentamista ohjaamalla kyetään parhaiten estämään uusien riskikohteiden syntyminen tulva-alueille. Lisäksi tulee panostaa vesistörakenteiden kunnossapitoon ja niiden turvallisuuteen sekä tulvanaikaisten torjuntatoimien ja pelastustoiminnan sujuvuuteen.

2 Projektialueen kuvaus

2.1 Suunnittelualue

Ilmastonmuutoksen vaikutuksia tutkittaessa ClimATIC-hankkeen kohdealueina ovat Lapin pääkaupunki Rovaniemi sekä Kittilän kunta. Nämä paikkakunnat sijaitsevat Kemijoen vesistöalueella, jossa on tehty hydrologista tutkimusta, tulvien muuttumisen mallinnusta sekä alustavasti suunniteltu tulvasuojelun toimenpiteitä. Rovaniemi sijaitsee pohjoisella Napapiirillä kahden suuren joen, Kemijoen ja Ounasjoen yhtymäkohdassa (kuva 2). Rovaniemen pinta-ala on suuri, yli 8 000 km². Keskustaa ympäröi laaja ja virkeä maaseutu. Asukkaita Rovaniemellä on noin 60 000. (Rovaniemi 2009.)

Kittilä sijaitsee Lapin maakunnan länsiosassa (kuva 2), Tunturi-Lapin eteläosassa. Rovaniemen kaupunkiin on matkaa Kittilästä noin 150 km. Väkiluku on hieman yli 6 000 asukasta (Tilastokeskus 2009). Ounasjoki virtaa Kittilän läpi pohjois-eteläsuunnassa.



Kuva 2. Rovaniemi ja Kittilä sekä Kemi- ja Ounasjoen sijainti.

2.2 Ilmasto

Rovaniemi ja Kittilä kuuluvat pohjoisboreaaliseen ilmastovyöhykkeeseen, jolle on tyypillistä sateisuus ympäri vuoden, pitkät ja kylmät talvet sekä lyhyt kesä. Lämpöolot vaihtelevat suuresti eri vuoden aikoina. Erityisesti talvella lämpötilan vaihtelut ovat suuria, kun taas kesällä lämpötila pysyy tasaisempana. Ilmatieteen laitoksen vuosina 1971–2000 mitaamien tulosten mukaan vuoden keskilämpötila on lähellä nollaa. Talven keskilämpötila on -10 ja -14 asteen välillä, kun taas kesän keskilämpötila on +12 ja +14 asteen välillä. (Ilmatieteenlaitos 2009a.)

Kesän viileydestä ja lyhyydestä johtuen haihtuminen on vähäistä Lapissa. Vuotuinen sademäärä Rovaniemen seudulla on 500–600 mm ja Kittilän seudulla 400–500 mm (taulukko 1). Sade varastoituu suureksi osaksi vuodesta lumipeitteeseen. Pysyvä lumi sataa Kittilään keskimäärin lokakuun loppupuolella ja Rovaniemelle marraskuun alkupuolella. Lumi peittää molemmat paikkakunnat toukokuuhun asti, Kittilässä lumi sulaa hieman myöhemmin kuin Rovaniemellä. Keskimääräinen lumipeitteen paksuus on Rovaniemellä noin 50–75 cm ja Kittilässä noin 75–100 cm. (Ilmatieteenlaitos 2009b.)

Lumen vesiarvo vaikuttaa tulvajakson pituuteen. Mitä suurempi vesiarvo on lopputalvesta, sitä enemmän vettä valuu jokeen lumen sulaessa. Lumen vesiarvo tarkoittaa sen vesikerroksen paksuutta, joka lumihangesta muodostuisi, jos se sulaisi paikoilleen. Rovaniemen ja Kittilän alueilla lumen vesiarvo vaihtelee keskimäärin 150 millimetrin molemmin puolin. Alkutalvesta vesiarvo on alle 100 mm, kun lunta on vielä niin vähän. Myöhemmin keskitalvella vesiarvo on paikoin jopa yli 200 millimetriä. Suurimmillaan lumen vesiarvot ovat keväällä huhtikuussa (taulukko 2).

Sadannan (mm) alueelliset keskiarvot eri vuosina sekä jaksolta 1961–2008.				
Vuodet	65713 Valajaskoski	65821 Kemijoki ennen Ounasjokea	65851 Ounasjoki	65861 Ounasjoen yläpuoli
2001	527	512	563	519
2002	498	518	472	459
2003	485	494	455	429
2004	612	609	631	611
2005	625	611	656	632
2006	448	447	448	461
2007	577	582	570	537
2008	611	613	592	567
1961–2008	535	545	512	489

Taulukko 1. Sadannan alueellisia keskiarvoja. (Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä 9.11.2009)

Keskimääräinen lumen aluevesiarvo (mm) jaksolta 1960/61–2008/09.							
	16.11.	16.12.	16.1.	16.2.	16.3.	16.4.	1.5.
Valajaskoski (65713)	27	58	92	129	156	172	131
Kemijoki ennen Ounasjokea (65821)	26	58	92	129	156	173	131
Ounasjoki (65851)	29	60	92	127	153	169	132
Ounasjoen yläpuoli (65861)	33	66	96	130	155	173	146

Taulukko 2. Lumen vesiarvon keskimääräisiä aluearvoja talvikuukausina. (Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä 9.11.2009)

2.3 Hydrologia

2.3.1 Kemijoen vesistö

Kemijoen vesistöalue on Lapin suurin ja koko Suomen toiseksi suurin vesistöalue (kuva 3). Vesistöalueen pinta-ala on 51 127 km². Kemijoki on Suomen suurin ja pisin joki. Se saa alkunsa Tunturi-Lapista (kuva 2). Kemijoen sivuhaarat Kitinen, Luirojoki ja Ylä-Kemijoki yhtyvät Kemijokeen Pelkosenniemellä. Sieltä Kemijoki laskee Kemijärveen, joka on vesistön suurin alkuperäinen järvi. Kemijoki laskee Kemijärvestä Rovaniemelle, jossa joen suurin sivujoki, Ounasjoki yhtyy Kemijokeen. Kemin kaupungin kohdalla Kemijoki laskee Pohjanlahteen. Kemijoen pituus on yhteensä noin 550 kilometriä. (Marttunen ym. 2004.)

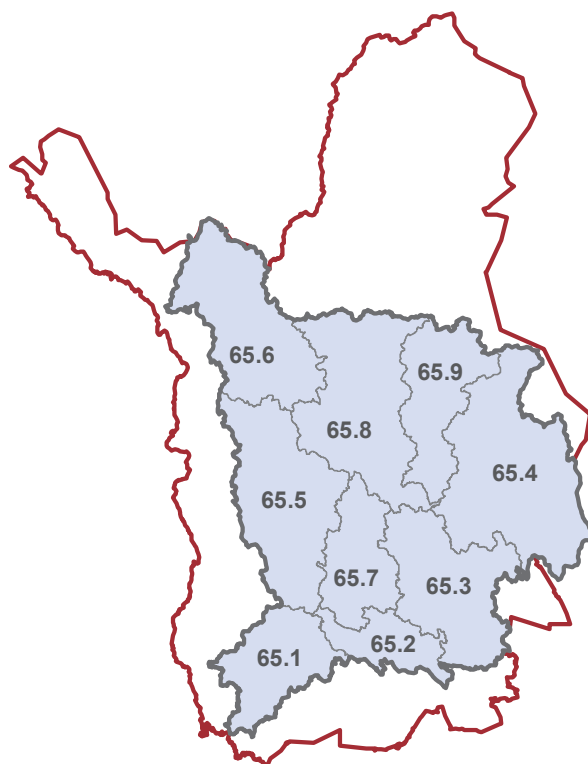
Kemijoen vesistöalueella on erittäin vähän järviä, jotka varastoisivat lumen sulamisvesiä. Järvet vaikuttavat tasoittavasti virtaamien ja vedenkorkeuksi-

en vuotuisiin vaihteluihin. Kemijoen vesistöalueen järvisyys on vain 4,3 % tekoaltaat ja voimalaitosten patoaltaat mukaan lukien (Marttunen ym. 2004). Suurimmat järvet vesistöalueella ovat Lokan ja Porttipahdan tekojärvet sekä Kemijärvi. Kemijärven säännöstely on aloitettu vuonna 1965. Säännöstelyn ylärajalla pinta-ala on 288,0 km² ja rantaviivaa on 348,4 km. Kemijärveltä on Perämerelle matkaa 230 kilometriä ja korkeusero Kemijärven ja Perämeren välillä on 149 metriä (Vesihallitus 1980.) Lokan tekojärvi on otettu käyttöön vuonna 1967. Lokan pinta-ala ylärajalla on 415 km². Porttipahdan tekojärvi otettiin käyttöön vuonna 1970, ja sen pinta-ala on 214 km². Lokan tekojärvi on yhdistetty Vuotoskanavan kautta Porttipahdan tekojärveen ja molempien tekojärvien vedet johdetaan Kitisen kautta Kemijokeen (Marttunen ym. 2004.)

Kemijoen vesistöalue on valjastettu vesivoimantuotantoa varten, lukuun ottamatta Ounasjokea ja Ylä-Kemijokea, joissa vesivoimalaitosten rakentaminen

- 65.1 Ala-Kemijoen alue
- 65.2 Keski-Kemijoen alue
- 65.3 Kemijärven-Pelkosenniemi
- 65.4 Ylä-Kemijoen alue
- 65.5 Ala-Ounasjoen alue
- 65.6 Ylä-Ounasjoen alue
- 65.7 Raudanjoen alue
- 65.8 Kitisen alue
- 65.9 Luirojoen alue

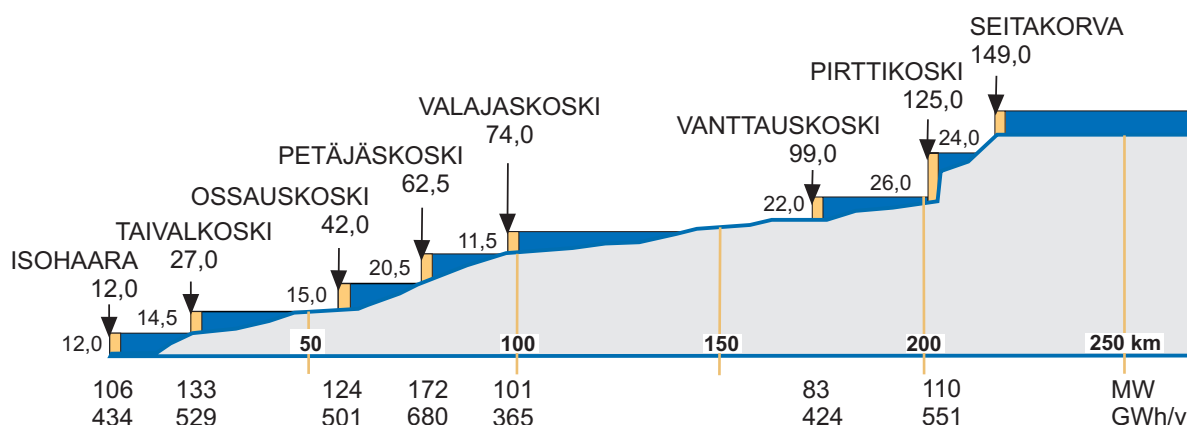
© SYKE
© Maanmittauslaitos lupa nro 7/MML/10



Kuva 3. Kemijoen vesistön valuma-alue sekä valuma-alueen osa-alueet.

on kielletty. Ounasjoki on suojeltu erityissuojelulailla, joka säädettiin vuonna 1983 perustuslain säätämisyjärjestyksessä. Ylä-Kemijokea koskee Koskiensuojelulaki, joka tuli voimaan 1987. Kemijoen pääuoma otettiin voimatalouden käyttöön vuonna 1948, kun Isohaaran voimalaitos rakennettiin. Rovaniemen keskustaa lähimpänä sijaitsee vuonna 1960 valmistunut Valajaskosken voimalaitos. Se sijaitsee noin 16 km keskustasta alavirtaan (kuva 4).

Kemijoella on kaikkiaan 49 vedenkorkeuden mittausasemaa ja 30 virtaaman mittausasemaa. Rovaniemen kaupungin ympäristössä on 4 käytössä olevaa vedenkorkeusasemaa ja 1 virtaama-asema. Taulukoissa 3 ja 4 on esitetty vedenkorkeushavaintoja ja virtaamahavaintoja Rovaniemeltä. Useilta mittausasemilta puuttuu havaintoarvoja joiltakin vuosilta tai havaintoarvot saattavat olla osittain puutteelliset.



Kuva 4. Kemijoen pääuoman porrastus ja voimalaitosten sijoittuminen. (Kemijoki Oy 2008)

Vedenkorkeusasemat ($N_{60}+m$)							
Tunnus	Vedenkorkeusasema	Havaintojakso	MW	HW	NW	MHW	MNW
6503910	Kirkonjyrhämä	1971–2004	73,97	76,00	73,42	74,63	73,63
6503810	Ounaskoski, ylä	2001–2009	74,15	76,35	72,19	75,62	73,48
6503800	Ounaskoski, ylä	1935–1996	73,58	77,42	71,33	75,90	72,98
6504033	Valajaskoski, ala	1971–2004	63,00	67,94	62,16	65,50	62,38
6504022	Valajaskoski, ylä	1971–2004	73,80	74,10	71,09	74,04	72,25

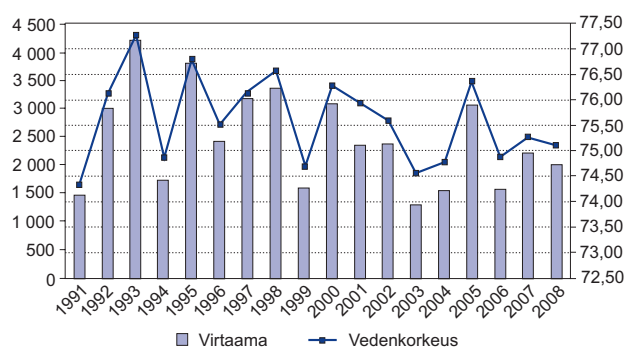
Taulukko 3. Rovaniemen ympäristössä sijaitsevat vedenkorkeusasemat ja vedenkorkeuden keski- ja ääriarvoja. MW = keskivedenkorkeus, HW = ylävedenkorkeus, NW = alivedenkorkeus, MHW = keskiylävedenkorkeus, MNW = keskialivedenkorkeus (Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä 12.11.2009)

Veden virtaama-asemat (m^3/s)							
Tunnus	Virtaama-asema	Havaintojakso	MQ	HQ	NQ	MHQ	MNQ
6503800	Ounaskoski	1948–1960	518	3611	125	2876	150
6503900	Ounaskoski	1921–1947	482	4210	87	2831	141
6504050	Valajaskoski	1961–2008	524	4207	47	2529	131

Taulukko 4. Rovaniemen kaupungin ympäristössä sijaitsevat veden virtaaman mittausasemat ja veden virtaaman keski- ja ääriarvoja. MQ = keskivirtaama, HQ = ylivirtaama, NQ = alivirtaama, MHQ = keskiylivirtaama, MNQ = keskialivirtaama (Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä 12.11.2009)

Kemijoki on tulvaherkkä ja vesimäärän vaihtelut ovat suuria eri vuodenaikoina. Kuivina aikoina joen virtaama saattaa olla vain 2 % kevättulvan aikaisesta virtaamasta (Kurimo 1967). Virtaamat ovat pienimmillään maaliskuussa ja suurimmillaan toukokuussa. Säännöstely ja tehdyt juoksutukset vaikuttavat vesistön virtaamiin, esimerkiksi keskiylivirtaama on hieman laskenut säännöstelyn myötä. Kemijoen keskiylivirtaama Isohaaran kohdalla on $3\,038\text{ m}^3/\text{s}$, mikä on Suomen suurin. Suurin virtaama on mitattu vuoden 1973 toukokuussa, jolloin virtaama oli $4\,824\text{ m}^3/\text{s}$. Pienin virtaama on mitattu vuonna 1957, jolloin se oli $62\text{ m}^3/\text{s}$. (Kämäräinen 2009.)

Alla olevasta kuvasta (kuva 5) voidaan nähdä maksimivirtaamat Kemijoella Valajaskoskella sekä maksimivedenkorkeudet Lainaanselällä Rovaniemellä vuosilta 1991–2008. Suurin vuorokautinen ylivirtaama (HQ) tuolla ajanjaksolla on ollut vuonna 1993 suuren kevättulvan aikaan, jolloin se oli Valajaskoskella $4\,207\text{ m}^3/\text{s}$. Silloin myös vedenkorkeus (N_{43}) Lainaanselällä nousi lukemaan 77,25 metriä. Myös vuonna 1995 virtaama on ollut lähellä $4\,000\text{ m}^3/\text{s}$ ja vedenkorkeus oli tuolloin 76,80 metriä. Lisäksi vuosina 1997, 1998, 2000 ja 2005 virtaamat ovat olleet yli $3\,000\text{ m}^3/\text{s}$ ja vedenkorkeudet lähellä 76,50 metriä. Keskiylivirtaama (MHQ) vuosina 1991–2008 on ollut $2\,460\text{ m}^3/\text{s}$.



Kuva 5. Maksimivirtaamat (m^3/s) Valajaskoskella ja maksimivedenkorkeudet ($N_{60}+m$) Lainaanselällä vuosilta 1991–2008. (Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä 18.11.2009)

2.3.2 Ounasjoen vesistö

Ounasjoki on Kemijoen suurin sivujoki ja samalla Suomen pisin vapaana virtaava joki. Sen pituus on 298 kilometriä. Ounasjoki saa alkunsa Ounasjärvestä, joka sijaitsee Ounastunturin vieressä Enontekiöllä. Ounasjärven rannalla sijaitsee Enontekiön kuntakeskus, Hetta (kuva 2). Alkuosaltaan joki on vuolas ja koskinen Kittilän Riikonkoskelle asti, josta alkaa 60 kilometriä pitkä suvantoinen osuus. Alakylän Neitikoskella joki muuttuu taas koskiseksi ja jatkuu Tapiionkylän Aapiskoskelle asti. Molkoköngäs ja Marraskoski ovat joen suurimpia koskia. Tapiionkylästä Rovaniemelle Ounasjoki virtaa leveänä

suvantona ja se yhtyy Kemijokeen Rovaniemen keskustan kohdalla. Valajaskosken voimalaitoksella on vaikutusta Ounasjoen alajuoksulla Tapionkylään asti, mutta kokonaisuudessaan Ounasjoki on varsin luonnontilainen. Joen leveys vaihtelee alkuosan kapeasta noin 60 metrin leveydestä loppuosan 400 metrin leveyteen. Syvyys vaihtelee yhden ja kolmen metrin välillä. Kaikkiaan Ounasjoella on 36 sivujokea, joista suurimmat ovat Loukinen ja Meltausjoki. (Kurkela 1985; Oja 2002; Halonen 1998.)

Ounasjoen valuma-alue on 13 968 km² ja se sisältää Ala-Ounasjoen ja Ylä-Ounasjoen valuma-alueet. Valuma-alue kattaa 27 % koko Kemijoen vesistöalueesta. Ounasjoen valuma-alueen suurimmat järvet ovat Unari, Pöyrisjärvi, Pallasjärvi, Ounasjärvi ja Norvajärvi. (Oja 2002.) Vettä varastoivia järviolueita on vähän, joten vedenkorkeuden vaihtelut ovat suuria eri vuodenaikoina. Ounasjoen järvisyys on vain 2,7 % (Siren 1974). Ali- ja ylivirtaamien vaihtelut ovat tyypillisiä joelle. Luonnontilaisen Ounasjoen

virtaamat vaihtelevat huomattavasti enemmän kuin valjastetun Kemijoen virtaamat. Vuoden ylimmän ja alimman virtaaman suhde (HQ/NQ) on Kemijoella 20 ja Ounasjoella noin 30. (Oja 2002.) Ounasjoella on yhteensä kahdeksan vedenkorkeuden mitta-asemaa, joista seitsemän on toiminnassa sekä kolme virtaaman mitta-asemaa, joista kaksi on toiminnassa (taulukot 5 ja 6).

Ounasjoki on luonnontilainen ja sen alueella on laajoja tulvaniittyjä, mikä tekee joesta ja sen ympäristöstä erityisen. Ounasjoki on suojeltu voimalaitosrakentamiselta Ounasjoen erityissuojelulailla (laki Ounasjoen erityissuojelusta 703/83). Lisäksi Ounasjoki muodostaa Ounasjoen Natura 2000 -alueen (FI 130 1318), joka ulottuu sekä Rovaniemen että Kittilän alueelle. Natura-alueen kokonaispinta-ala on 4 730 hehtaaria. Alue muodostuu Ounasjoesta (vesialue) sekä Ounasjoen suiston tulvasaaresta. (Lindqvist ja Posio, 2005.)

Vedenkorkeusasemat (N ₆₀ +m)							
Tunnus	Vedenkorkeusasema	Havaintojakso	MW	HW	NW	MHW	MNW
6503110	Ounasjoki, Ketomella	2006–2009	261,91	263,86	261,69	263,01	261,71
6503200	Ounasjoki, Köngäs	1941–2008	185,62	189,72	184,93	188,15	185,18
6503211	Ounasjoki, Taalo	2007–2009	182,44	185,12	181,85	184,30	182,02
6503212	Ounasjoki, Hossa	2007–2009	182,98	186,46	182,02	184,98	182,16
6503220	Ounasjoki, Kittilän kk.	2005–2009	172,38	176,69	171,59	175,24	171,92
6503230	Ounasjoki, Särestö ylä	2007–2009	170,95	173,38	170,26	172,68	170,43
6503300	Ounasjoki, Kaukonen	1954–2005	165,89	170,71	164,90	169,14	165,19
6503600	Ounasjoki, Marraskoski	1969–2008	87,60	92,14	86,72	90,60	87,01
6503700	Ounasjoki, Marraskoski	1919–1970	87,61	91,30	86,71	89,88	86,99

Taulukko 5. Ounasjoen vedenkorkeuden mittausasemat ja vedenkorkeuden keski- ja ääriarvoja.

MW = keskivedenkorkeus, HW = ylävedenkorkeus, NW = alivedenkorkeus, MHW = keskiylävedenkorkeus, MNW = keskialivedenkorkeus (Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä 12.11.2009)

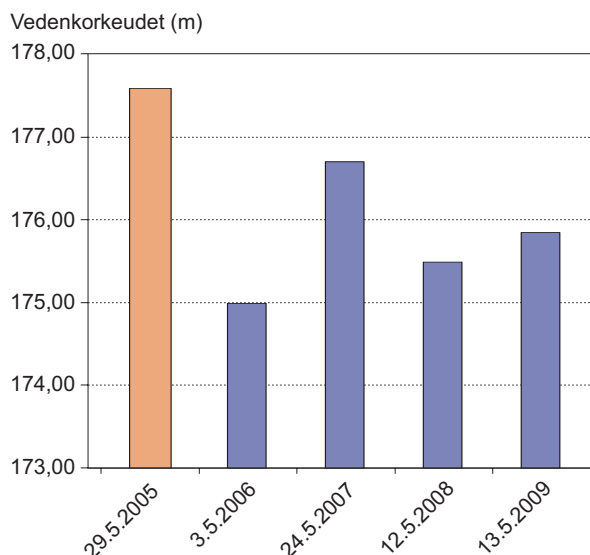
Veden virtaama-asemat (m ³ /s)							
Tunnus	Virtaama-asema	Havaintojakso	MQ	HQ	NQ	MHQ	MNQ
6503200	Ounasjoki, Köngäs	1941–2008	50	844	6,8	472	10,5
6503300	Ounasjoki, Kaukonen	1955–1991	91	978	13	762	19,8
6503600	Ounasjoki, Marraskoski	1971–2008	132	1486	20	1026	33
6503700	Ounasjoki, Marraskoski	1919–1970	129	1475	21	939	30

Taulukko 6. Ounasjoen veden virtaama-asemat ja veden virtaaman keski- ja ääriarvoja.

MQ = keskivirtaama, HQ = ylivirtaama, NQ = alivirtaama, MHQ = keskiylivirtaama, MNQ = keskialivirtaama (Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä 12.11.2009)

Virtaamat ovat pienimmillään maaliskuussa, jolloin ne ovat keskimäärin 20 m³/s. Suurimmillaan Ounasjoen virtaamat ovat olleet vuonna 2005, jolloin virtaama oli Kōnkäällä 844 m³/s ja Marraskoskella 1 486 m³/s. Kevään ylivirtaama tulee yleensä toukokuussa jäidenlähdon loppuvaiheessa. Ounasjoen vesi nousee talven minimikorkeudesta noin 3–4 metriä kevättulvien aikana. Kevättulvat tulevat suurina ja kestävät suhteellisen lyhyen ajan. (Kurkela 1985.)

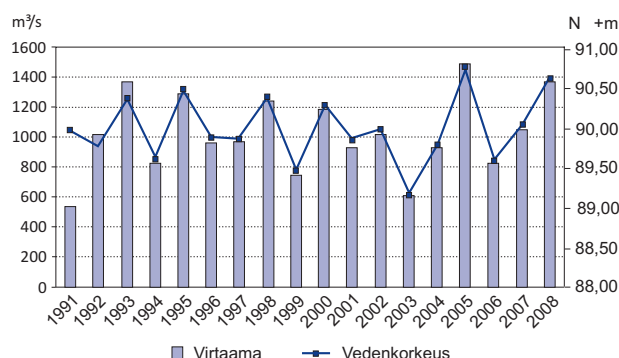
Ounasjoen vedenkorkeuksia on esitetty kuvassa 6 Kittilän kirkonkylän kohdalta. Kittilän vedenkorkeus on ollut suurin vuonna 2005 suuren kevättulvan aikana. Vedenkorkeus oli tuolloin $N_{60}+177,56$ metriä. Vedenkorkeusasema on otettu käyttöön syksyllä 2005, joten tarkistettuja vedenkorkeustietoja ei ole aikaisemmilta ajanjaksoilta (kuva 6). Vuoden 2005 vedenkorkeus on mitattu erikseen suuren kevättulvana aikana, jolloin vedenkorkeutta seurattiin päivittäin. Kittilän pelastuslaitoksella on ollut epävirallinen vedenkorkeuden mittauspiste Ounasjoen sillalla Kittilän kirkonkylällä. Keväällä 1998 Ounasjoella vesi korkeimmillaan lukemassa $N_{60}+177,16$ metriä ja vuonna 2000 vesi oli korkeimmillaan $N_{60}+177,24$ metriä.



Kuva 6. Maksimi vedenkorkeudet ($N_{60}+m$) Kittilän kirkonkylällä vuosina 2005–2009. (Karlsso 2009, Vedenkorkeustiedot: Hertta-ympäristötietojärjestelmä/LAP)

Kuvassa 7 on kuvattu Ounasjoen maksimivirtaamia sekä samanaikaisia vedenkorkeuksia Marraskosken kohdalla vuosilta 1991–2008. Ounasjoen

Marraskoskella keskiylivirtaama on ollut vuosina 1991–2009 992 m³/s. Suurin virtaama (HQ) on ollut vuonna 2005, jolloin se oli 1 486 m³/s. Vedenkorkeus oli tuolloin Marraskoskella 90,78 metriä. Muita tavallista suurempia virtaamia on ollut vuosina 1993, 1995, 1998, 2000 ja 2008, jolloin virtaamat ovat olleet 1 200–1 400 m³/s. Vedenkorkeudet ovat tuolloin olleet lähellä 90,50 metriä. Pienimmät virtaamat ja vedenkorkeudet ovat olleet vuosina 1991 ja 2003.



Kuva 7. Maksimivirtaamat (m³/s) ja maksimivedenkorkeudet ($N_{60}+m$) Ounasjoen Marraskoskella vuosina 1991–2008. (Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä 18.11.2009)

Kemijoella ja Ounasjoella jääpadot ovat yleisin tulvien aiheuttajia. Jäät patoutuvat mataliin, leveisiin ja pitkiin suvantoihin, missä joki on paikoin pohjaan asti kiintojäessä. Jääpadot voivat nostaa vedenkorkeutta nopeasti. Kemijoella merkittävin jääpadon muodostumiskohta, joka vaikuttaa Rovaniemen taajamien tulviin, on Valajaskosken yläpuolinen uomasuus Pahtajalla (Kämäräinen 2009). Ounasjoella jääpatoja syntyy vuosittain Kittilässä Maijaniemeen ja Kaukoseen. Alajuoksulla jääpatoja syntyy erityisesti Taljasuvantoon, Patokosken lisinkisuvantoon ja Nivankylään. (Kurkela 1985.)

2.4 Kaavatilanne

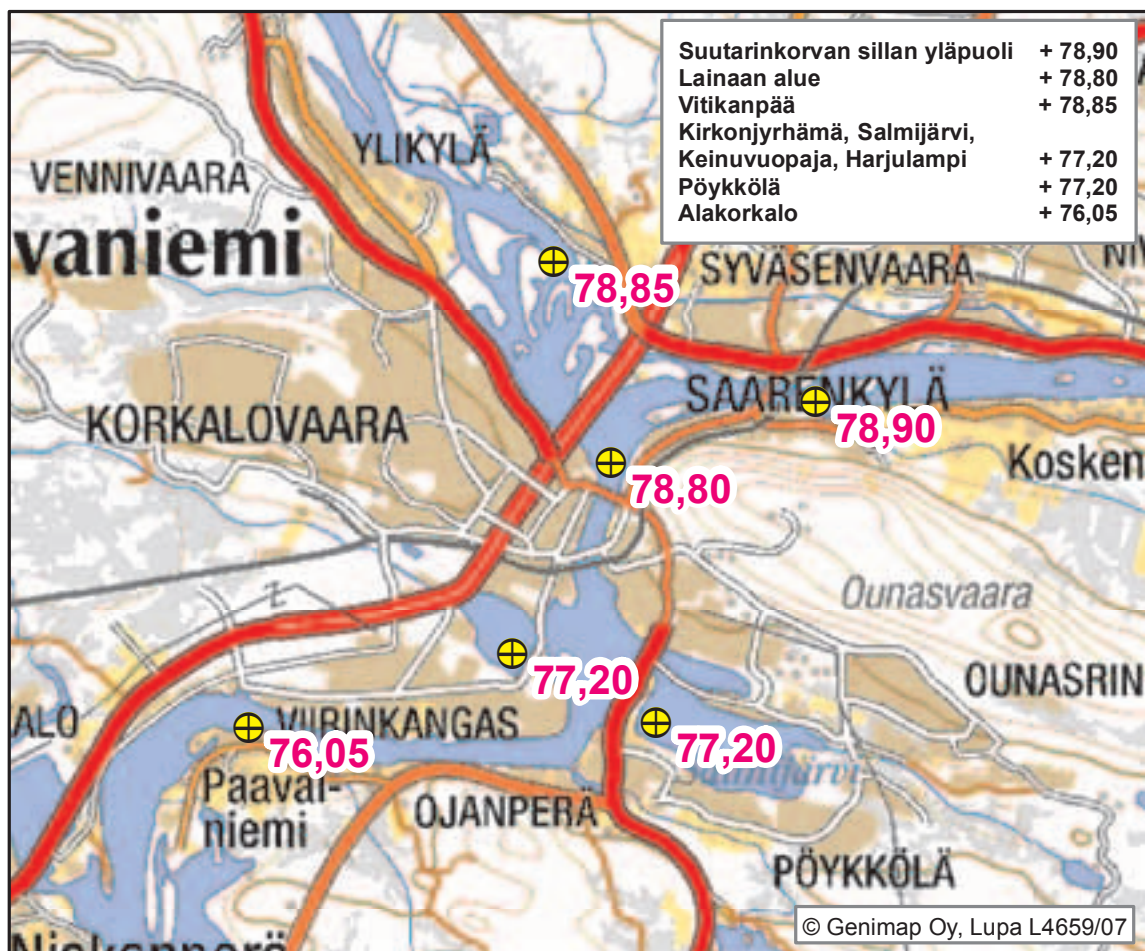
Kaavoituksen tehtävänä on vastata kaupunkikuvan sekä yhdyskuntasuunnittelun asiantuntemuksesta sekä toteuttaa hyväksyttyjä maapolitiikan periaatteita ja kaupunkitavoitteita. Alueiden käyttöä koskevia toimenpiteitä suunniteltaessa ja niiden toteuttamisesta päätettäessä viranomaisten on otettava huomioon maakuntakaava, pyrittävä edistämään kaavan toteuttamista ja katsottava, ettei toimenpiteillä vaikeuteta kaavan toteuttamista. Maakuntakaava ohjaa alueiden käytön suunnittelua. Siinä esitetään yhdyskuntarakenteen periaatteet ja osoitetaan alu-

eita, joita pyritään kehittämään maakunnassa. Maakuntakaava toimii ohjeena laadittaessa tai muutettaessa yleiskaavaa tai asemakaavaa. (MRL 25 §, 26 § ja 32 §.) Yleiskaava on perusta kaupungin maankäytön suunnittelulle. Yleiskaavassa on määrätty rakennuksille alimmat rakentamiskorkeudet, jotta tulvavaara-alueille ei rakennettaisi. Jos alueella on voimassa seutukaava, ohjaa se viranomaisia heidän suunnitellessaan alueiden käyttöä koskevia toimenpiteitä ja päätettäessä niiden toteuttamisesta.

Rovaniemen kaupungissa on voimassa Rovaniemen maakuntakaava. Maakuntakaava on kumonnut aiemmin voimassa olleet Lapin seutukaavan neljä osaa. Rovaniemi on maakuntakaavassa maakuntakeskus. Rovaniemen kaupungissa on 18 voimassa olevaa yleiskaavaa. Asemakaavoitettua aluetta Rovaniemen kaupungissa on noin 3 000 hehtaaria. Rovaniemen kaupungin yleiskaava tuli voimaan vuonna 2002. Yleiskaavassa tulvatilanteet on huo-

mioitu määräämällä rakennuskorkeudet ranta-alueilla (kuva 8). Kemijoen vesistöissä alin rakentamiskorkeus on $N_{43}HW + 0,70$ metrin lisäkorkeus. Ounasjoen alueella käytetään alimpana rakentamiskorkeutena $N_{43}HW + 1,00$ metri sekä havaitun jääpadon aiheuttamaan tulvakorkeuteen lisätään tapauskohtaisesti $N_{43}HW + 0,30 - 0,50$ metriä. (Rovaniemen yleiskaava 2015.)

Kittilän taajama kuuluu Tunturi-Lapin maakuntakaavaan. Maakuntakaava tuli voimaan kesäkuussa 2010 ja se korvasi aiemmin voimassa olleen Tunturi-Lapin seutukaavan, Tunturi-Lapin maakuntakaava-alueeseen kuuluvat Enontekiö, Kittilä, Kolari ja Muonio. (Tunturi-Lapin maakuntakaava.) Kittilän alueella on voimassa myös asemakaava. Kittilän kirkonkylällä ja Sirkan kylällä on lisäksi rakennuskaava. Kittilän alueella on yhteensä 4 yleiskaavaa ja 10 rantakaavaa.



Kuva 8. Suositus alimmista rakentamiskorkeuksista N_{43} -järjestelmässä. (Lapin ELY-keskus)

3 Tulvantorjunnan tarve

3.1 Aiemmat tulvat Rovaniemen ja Kittilän alueilla

Kemijoen vesistön tulviminen on normaali joka kevät tapahtuva ilmiö. Erittäin runsaslumisten talvien jälkeen kevättulva on toisinaan noussut korkeallekin ja aiheuttanut suuria vahinkoja pelloille, heinämaille ja muulle omaisuudelle. Rakennuksiakin tulva on vaurioittanut säännöllisesti, vaikka ne on rakennettu korkealle rannasta tulvavaaran vuoksi. Enimmäkseen suuret tulvat aiheutuvat jääpadoista, erityisesti Ounasjoella, mutta myös nopea lumen sulaminen ja runsaat vesisateet aiheuttavat normaalia suurempia tulvia.

Varhaisimmat merkinnät Kemijoen tulvien aiheuttamista vahingoista löytyvät 1600-luvun alkupuolelta. Useiden Rovaniemen ja Korkalon tilojen kohdalla on merkintä, että kevättulva on niitä vaurioittanut. Esimerkiksi vuonna 1612 oli poikkeuksellisen kova kevättulva, joka vei mullat monelta pellolta, ja joidakin taloja vaurioitui sekä Kemi- että Ounasjoella. Historian kirjoista löytyy merkintä Ounasjoen varrelta vuodelta 1624, jolloin kevättulva vei mennessään Patokoskella sijaitsevan Tarkiaisen talon. (Saarnisto 1996.) Vuonna 1675 Kemijoella on lohenpyynti epäonnistunut tai pahasti myöhästynyt tulvan takia. Seuraavan kerran lohen pyynti epäonnistui tulvan takia vuonna 1696 pahimpien katovuosien aikaan. Näihin samoihin aikoihin sääolot ovat olleet erittäin poikkeukselliset. Lunta oli satanut pitkin kevättä runsaasti ja alkukesälläkin satoi poikkeuksellisen paljon. Joki tulvi niin pahasti, että patojen ja muiden pyyntövälineiden laittaminen jokeen oli mahdotonta. (Ahvenainen 1967.)

Vuonna 1719 oli lohenpyynti jälleen epäonnistunut kevättulvan takia. Silloin oli raju jäidenlähtö ja vesi nousi nopeasti. 1741 oli pahin 1700-luvun kevättulvista. Tämän tasoinen tulva toistuu keskimäärin 250 vuoden välein. Vaikeiden aikojen keskellä kamppailevat ihmiset menettivät viljalaihonsa ja ruokamullan pelloilta. Ylä-Ounasjoen alue ja Kemijärvi säästyivät parhaiten tulvilta. Nivankylästä etelään tulva aiheutti tuolloin suurta vahinkoa. Pellot olivat menneet pilalle tulvan takia. Vilja huuhtoutui tulvan mukana, paljon aitoja kaatui ja tulvavesi oli noussut myös asuintaloihin sisälle asti. Ihmisten oli täytynyt siirtyä turvaan

tulvalta läheisille vaaroille jopa 12 vuorokaudeksi. Tulva kosketti pahiten Saarenkylän, Ounaskosken ja Kirkonjyrhämän aluetta. 1783 sattui tulva Ounasjoessa Patokosken ja Marraskosken alueella syn-tyneiden jääpatojen seurauksena. Tulva oli tehnyt suuria tuhoja monilla tiloilla. Pellot olivat menneet pilalle ja yksi myllykin oli lähtenyt tulvan mukana. Kemijoen alueella 1700-luvun lopulla pahimpia tulvia oli vuosina 1763, 1791 ja 1793. (Ahvenainen 1967.)

1800-luvun tulvista omaa laatuaan oli vuonna 1807 sattunut Räisäsen jääpatotulva, jonka on arveltu toistuvan noin 90 vuoden välein. Viirin isäntä Räisänen oli kaivanut ojan talonsa kohdalla olevan Kaarrekosken niemen poikki, jotta kosken yläpuolelle pautoutunut vesi pääsisi laskemaan myös toista uomaan pitkin kosken alapuolelle. Tästä seurauksena virta huuhtoi koko niemen mennessään ja Kaarrekoski hävisi kokonaan. Tällöin oli Rovaniemen kirkon kohdalla vesi 9 metriä korkeammalla kuin normaalisti. (Ahvenainen 1967.)

Saulin tulva vuonna 1859 Kemijoen vesistöalueella on ollut yksi historian suurimmista ja tuhoisimmista tulvista. Tämän suuruisen tulvan on arvioitu toistuvan noin 300 vuoden välein. Saulin tulvan aikaan joki tulvi myös Ounasjoella ja vei mennessään kaksi sahapatoa, Meltauksesta myllyn ja lukuisia asuinrakennuksia. Rovaniemellä Saarenkylä oli ollut kokonaan veden alla, sekä Linaanrannan ja Ounasvaaran välinen asutus oli joutunut evakkoon. Tulva vei mennessään taloja, halkoja, aitoja, pellot ja kylvöt. Tulva oli Rovaniemelle suuri taloudellinen raskaus. Muita tavallista suurempia tulvia oli vuosina 1825, 1866 ja 1868. Tulvat vähenivät sen jälkeen, kun 1860-luvulla aloitettiin koskien raivaaminen. (Ahvenainen 1967.)

1900-luvulla on ollut historian kolmanneksi suurin tulva vuonna 1910. Tämän tasoinen tulvan on arvioitu toistuvan keskimäärin 150 vuoden välein. Muita 1900-luvulla olleita poikkeuksellisia tulvavuosia ovat olleet Kemijoella vuodet 1912, 1934, 1943, 1966, 1973, 1983 sekä 1993. Kemijoella vuonna 1993 vesi nousi lähes Arktikumin rakennukselle asti. Tulvan toistuvuus on noin 20 vuotta. Samansuuruisia tulvia on ollut 1900-luvulla useampia. Hydrologisten havaintojen mukaan vuoden 1973 tulvan aikaan (kuva 9) vesi oli hieman korkeammallakin kuin vuonna 1993. (Kämäräinen 2009.) Ounasjoella tavallista



Kuva 9. Vuonna 1973 Kemijoki ja Saarenpudas tulvivat ja tulvavesi nousi pelloille ja alaville alueille. (Arvo Hiukka, Rovaniemi)

suurempia tulvavuusia 1900-luvulla ovat olleet ainakin vuodet 1929, 1932, 1934, 1944, 1950, 1954, 1964, 1971, 1977, 1984, 1987, 1993, 1997 ja 1998 (Oja 2002; Kurkela 1985). Vuoden 1984 jääpatotulva Ounasjoella vastasi suuruudeltaan kerran 100 vuodessa tapahtuvaa tulvaa. Jäitä oli patoutunut Nivankylän ja Tapionkylän välille sekä Kittilän Kaukoseen. Tulva on aiheuttanut monia vahinkoja jokivarren asukkaille. (Kurkela 1985.)

2000-luvulla ei ole tavallista suurempia tulvia ollut, lukuun ottamatta Ounasjoen tulvaa vuonna 2005, joka aiheutti suuria tuhoja Kittilässä. Tämän suuruisen tulva toistuu arviolta keskimäärin 60–70 vuoden välein. Ounasjoen virtaama Kittilässä oli silloin 1 065 m³/s. Tuhot Kittilän keskustassa ja Ylä-Ounasjoen alueella olivat lähes 6 miljoonaa euroa. Tulvan jälkeen Kittilä on alkanut operoimaan tulvasuojeluasioiden kanssa, jotta vastaavilta tuhoilta välttyttäisiin.

3.2 Suurtulvauhka

3.2.1 Suuren tulvan syntymiseen vaikuttavia tekijöitä

Suurimmat virtaamat syntyvät yleensä Lapissa keväisin lumen sulamisen seurauksena. Vahinkoa aiheuttavat vesimäärältään suuret tulvat, mutta pienetkin virtaamat voivat aiheuttaa jääpatotulvia. Jääpadot voivat aiheuttaa erittäin nopean vedenpinnan nousun. Lapissa talvi on pitkä ja silloin sataa paljon, vesi varastoituu lumeen ja keväällä lumen sulaessa jokien tulviminen on normaali ilmiö. Tavallista suurempia, poikkeuksellisia tulvia syntyy keväisin, jos sade- ja lämpötilaolot ovat poikkeukselliset ja muuttuvat äkkinaisesti. Kevättulvien lisäksi voi syntyä kesä- ja syystulvia poikkeuksellisen kovien vesisateiden seurauksena.

Kemijoen vesistöalueen historiallisten suurtulvien, kuten suuren Saulin tulvan aikaan, tulvakevättä edeltävä talvi oli ollut epäsäännöllinen ja luminen, lisäksi kevät tuli myöhään. Toukokuun lopulla oli lyhyt erityisen lämmin kausi, lumi sulasi nopeasti ja vesi joessa nousi äkkiä. Silloin veden virtaama on ollut Kemijoella Rovaniemen Saarenkylän kohdalla arviolta yli 5 000 m³/s ja vedenkorkeus noin N₆₀+79,30 metriä. Vesi nousi tuolloin 10 metriä tavallista tulvaa korkeammalle. Saulin tulvan aikaan Arktisessa keskuksessa olisi ollut 2 metriä vettä lattian yläpuolella. Myös muitakin suurempia tulvia edelsi poikkeuksellisen kylmä tai luminen talvi. Kylmien talvien seurauksena syntyi herkästi jääpatoja erityisesti Ounasjoella. Kylmän talven jälkeen kosket voivat jäätyä umpeen, maa on syvässä roudassa, jolloin se ei pysty imemään vettä. Lisäksi kovat sateet jäiden lähdon aikaan lisäävät tulvavaaraa. Kittilän tulvan vuonna 2005 aiheutti valuma-alueen suuri lumen vesiarvo sekä pitkän kylmän kevään jälkeinen äkillinen lämpöaalto. Lisäksi vettä satoi runsaasti lumen sulamisen aikaan. Jääpatoja ei muodostunut. Virtaama Ounasjoessa nousi nopeasti ja aiheutti suuria vahinkoja Kittilässä sekä muualla Ounasjokivarressa (kuvat 10 ja 11). Virtaama oli Kittilän kirkonkylän kohdalla 1 065 m³/s, mikä on huomattavasti tavallista tulvakevättä suurempi.

Suurtulvan syntyminen Rovaniemellä ja Kittilässä edellyttää useiden eri tulvatekijöiden yhteisvaikutusta. Koko talven sääolot, sademäärät, lämpötilakehitys sekä tuuliolot heijastuvat lumen syvyyteen



Kuva 10. Kittilän tulvassa vuonna 2005 vesi nousi paikoin kylän keskustassa asuinrakennuksille asti. (Sauli Koski, Studio Tunturi-Lappi Oy, 2005)



ja lumen vesiarvoon. Kevättulvat ovat usein rajuja silloin, kun lumen sulamiskausi on lyhyt ja lumen vesiarvo on suuri. Kriittisin säätekijä on ilman lämpötila sekä sen ajallinen ja alueellinen vaihtelu. Normaalia kylmemmät tai lämpimämmät tai normaalia runsaslumisemmat talvet vaikuttavat tulvan suuruuteen keväällä. (Oja 2002.)

3.2.2 Tulvatilanteiden virtaamat ja vedenkorkeudet

Kittilässä tulvavahinkojen riski kasvaa silloin, kun Ounasjoen virtaama on yli 850 m³/s. Kittilässä viimeisin suuri tulva oli keväällä 2005, joka syntyi runsaiden vesisateiden ja lumen nopean sulamisen seurauksena. Vuoden 2005 tulvan aikana Ounasjoen laskennallinen suurin virtaama oli 1 065 m³/s ja vesi nousi tulvahuipun aikaan Kittilän terveyskeskuksen kohdalla lukemaan $N_{60}+177,56$ metriä, mikä aiheuttaa jo suuria vahinkoja. Alla olevaan taulukkoon (taulukko 8) on koottu Kittilän tulvavaarakartoituksen virtaama- ja vedenkorkeustietoja viidellä eri toistuvuudella.

Virtaaman toistuvuus	HQ (sillan yläpuoli) m³/s	HW (sillan yläpuoli) N ₆₀ +m
HQ 1/20	963	177.30
HQ 1/50	1088	177.73
HQ 1/100	1181	178.02
HQ 1/250	1304	178.37
HQ 1/1000	1489	178.87

Taulukko 8. Kittilän kirkonkylän tulvavaarakartoituksen mitoitusvirtaamat ja vedenkorkeudet. (Lapin ELY-keskus/KAT Oy)

Kittilän kirkonkylää lähimpänä sijaitsevat virtaaman ja vedenkorkeuden mittausasemat ovat Kittilän yläpuolella Könkäällä. Siellä suurin havaittu vuorokautinen keskivirtaama toukokuussa 2005 oli 844 m³/s, mikä on suurin Könkäällä mitattu virtaama. Tavalisena tulvakeväänä virtaama Könkäällä on keskimäärin alle 500 m³/s. Vedenkorkeus vuoden 2005 tulvakeväänä Könkäällä oli $N_{60}+189,64$ metriä. Suurempia vedenkorkeuksia on ollut ainoastaan muutamia kertoja. Suurin Könkään vedenkorkeus on ollut vuonna 1966, jolloin se oli $N_{60}+189,72$ metriä. Keskimääräinen kevään ylivedenkorkeus on noin $N_{60}+188,15$ metriä.

Vuonna 2005 Ounasjoen Marraskoskella virtaama oli 1 486 m³/s, joka on suurin siellä mitattu virtaama. Mitatun virtaaman toistuvuus on keskimäärin kerran 30 vuodessa. Vedenkorkeus oli tuolloin $N_{60}+ 90,95$ metriä. Suurin mitattu vedenkorkeus on ollut jääpään aiheuttamana $N_{60} + 91,58$ metriä.

3.3 Tulvavahinkoalueet Rovaniemellä ja Kittilässä

3.3.1 Tulvavaarakartta

Tulvavaarakartat ovat olennainen osa suunniteltaessa tulviin varautumista sekä tulvan torjuntaa. Tulvavaarakarttoja voidaan käyttää apuna tulvariskikartoitusten laatimisessa, maankäytön suunnittelussa sekä tiedottamisessa. Ne välittävät karttapohjaista tietoa veden peittämien alueiden laajuudesta erisuuruksilla tulvilla. Tulvakarttojen avulla lisätään kansalaisten ja viranomaisten tietoisuutta tulvavaara-alueista, vaaran asteesta ja luonteesta sekä tulvien aiheuttamista vaikutuksista. Tulvavaarakarttoja voidaan käyttää apuna maankäytön suunnittelussa ohjaamalla rakentamista tulvavaara-alueiden ulkopuolelle.

Tulviin varautuminen aloitetaan tulvariskialueiden tunnistamisella. Tunnistetuille alueille laaditaan tulvavaara- ja tulvariskikartat. Tulvavaarakartalla esitetään tulvan laajuus ja syvyys. Tulvariskikartalla esitetään tulvavaarakartan tietojen lisäksi erilaisia haavoittuvuuden parametrejä, kuten väestön määrä ja vaikeasti evakuoitavat kohteet. Yleispiirteinen tulvavaarakartta antaa yleiskäsityksen eri toistuvuusajoilla esiintyvien tulvien laajuudesta ja vesisyvyydestä. Mittakaava on yleensä 1:50 000. Erityisen merkittävälle tulvariskialueille laaditaan yksityiskohtainen tulvavaarakartta, joka perustuu tarkkaan korkeusmalliin sekä jokikohteilla myös hydrauliseen virtausmallinnukseen. Yksityiskohtainen tulvavaarakartta mahdollistaa myös rakennuskohtaisen tarkastelun. Tyypillisesti tulvavaarakartat laaditaan Suomessa toistuvuusajoille kerran 20, 50, 100, 250 ja 1000 vuodessa. Suomen ympäristökeskus ylläpitää tulvatietojärjestelmää, johon kaikki tulvavaarakartat tallennetaan. (Alho ym. 2008.)



Kuva 12. Tulvavaarakartan tulvasyvytydet saadaan määritettyä vähentämällä vedenpinnan korkeusmallista maaston korkeusmalli. (Sane ym. 2006)

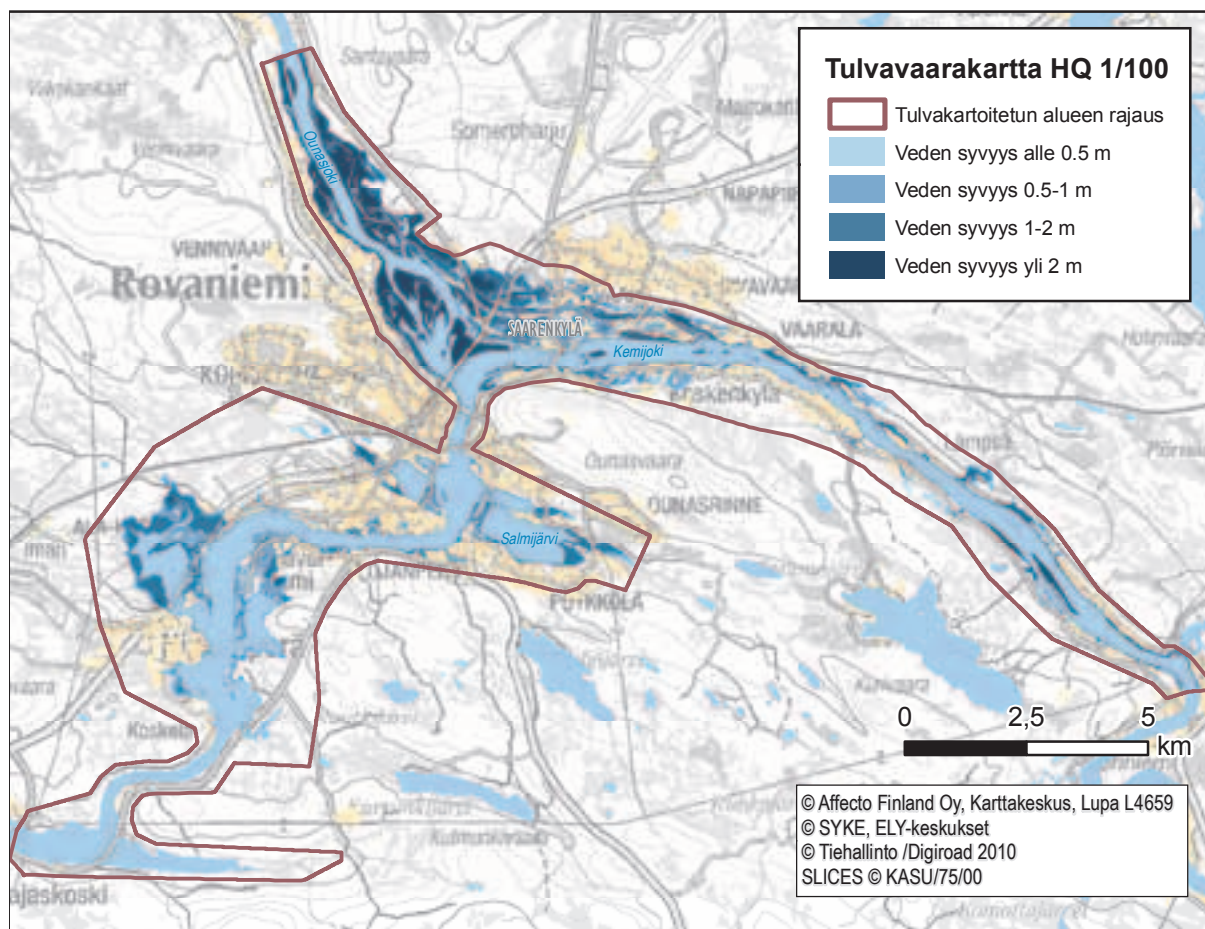
Tulvakartoitusta varten on määritettävä vedenpinnan korkeudet eri tulvatilanteissa ja tulva-alueen eri osissa. Vedenpinnan korkeuden määrittämiseksi jokialueilla tarvitaan virtausmalli, joka saadaan, kun määritetään virtaama toistuvuusanalyysin tai vesistömallin avulla. Saadun virtausmallin avulla voidaan määrittää vedenkorkeus tulva-alueen eri osissa. Vedenpinnan korkeuksien lisäksi tarvitaan maastosta digitaalinen korkeusmalli, joka kuvaa alueen topografian. Korkeusmallin ja virtauslaskennan antamien tulvakorkeuksien avulla määritellään tulvan alle jäävän alueen laajuus sekä veden syvyydet tulva-alueella (kuva 12). (Huokuna 2003; Sane ym. 2006.)

Kartan mittakaava ja yleistysaste kuvaavat tulvamallinnuksen tarkkuutta. Paikkatietojärjestelmien avulla ja eri tietolähteitä yhdistelemällä tulvavaarakarttojen avulla voidaan suunnitella pelastustoimintaa, tarkentaa vahinkoarvioita ja miettiä toimenpiteitä vahinkojen vähentämiseksi. (Huokuna 2003; Sane ym. 2006.)

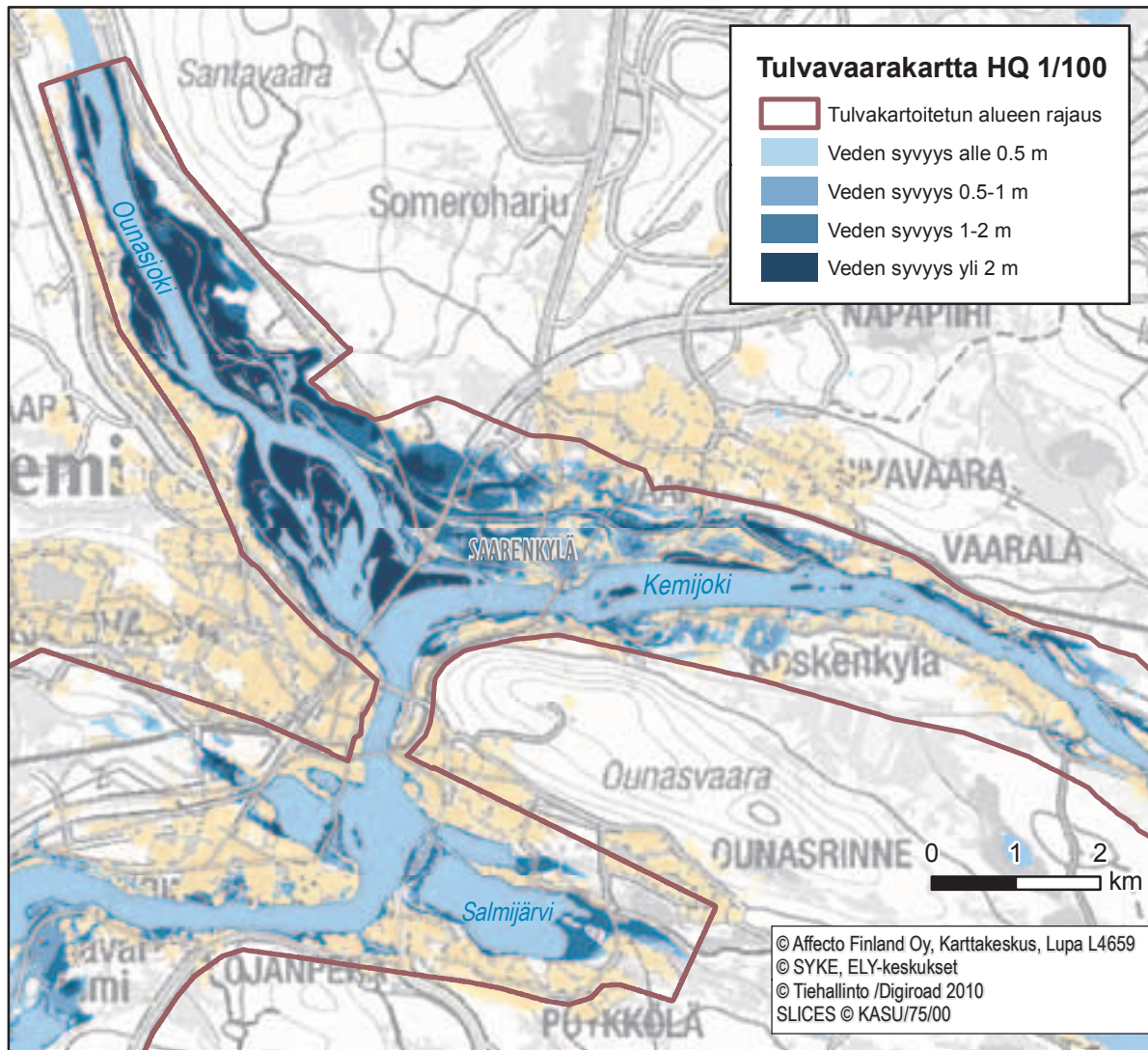
3.3.2 Tulvavaarakartoitus Rovaniemellä ja Kittilässä

Rovaniemen ja Kittilän alueille on tehty tulvavaarakartat. Tulvakartat on tehty kerran 20, 50, 100, 250 ja 1000 vuodessa toistuville tulville. Tulvakartoituksessa tarvittavia lähtöaineistoja olivat kartta-aineisto, jokiuomien poikkileikkaukset, muut topografiatiedot sekä vedenkorkeus- ja virtaamatiedot.

Rovaniemen alueella aloitettiin tulvavaarakartoitus vuonna 2002 Suomen ympäristökeskuksen toimesta. Rovaniemen Saarenkylä rajattiin tulvakartoituksen pilotti-kohteeksi. Saarenkylän tulvakartat valmistuivat vuonna 2003 ja tulvakartoitus laajennettiin kattamaan koko Rovaniemen taajama-alueen vuonna 2007. Vuonna 2009 tehtiin uudet ja tarkemmat kartat koko Rovaniemen kaupungin alueelta (kuva 13). Tulvakarttojen tulvalaskelmissa on hyödynnetty vuoden 1993 tulvan virtaama- ja vedenkorkeustietoja.



Kuva 13. Kartta tulvakartoitetusta alueesta Rovaniemellä ja tulvan leviämisestä kerran 100 vuodessa esiintyvässä tulvassa.



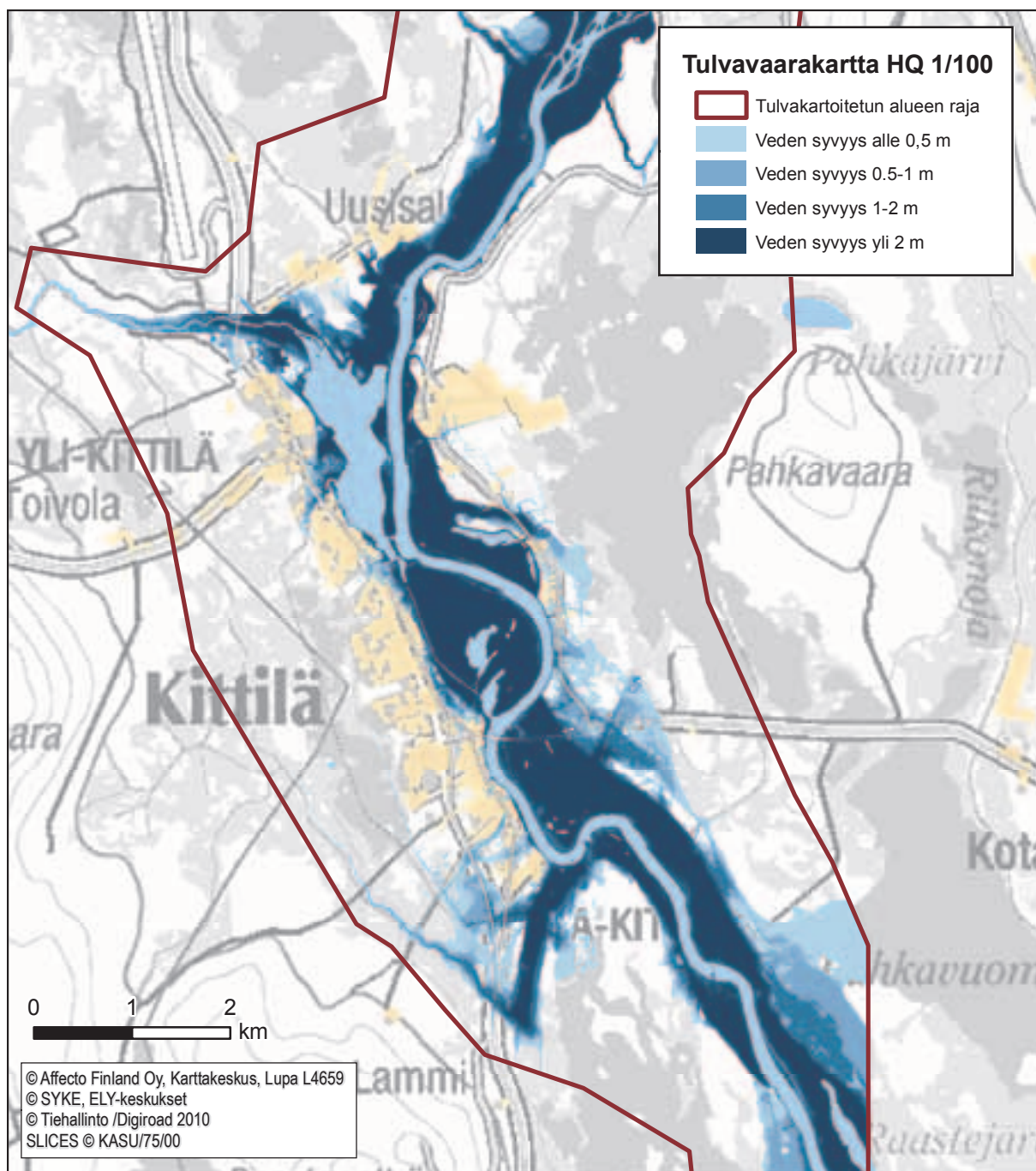
Kuva 15. Kartta kerran 100 vuodessa esiintyvän tulvan leviämisalueesta Rovaniemellä.

Veden alle jääviä teitä Rovaniemellä on noin 12,5 kilometriä. Yksittäisiä vahinkoja syntyy Rovaniemellä Kemijoen rannoilla Niskanperältä Oikaraiselle. Saarenkylän seudulla tulvavahingot voivat olla merkittäviä. (Kämäräinen 2009.)

Kerran 100 vuodessa esiintyvässä tulvassa tulvavahinkoja esiintyy eri puolilla Rovaniemeä (kuva 15). Laskennallinen veden virtaama olisi silloin $5\,102\text{ m}^3/\text{s}$ ja vedenkorkeus Kirkonjyrhämällä olisi $N_{60}+76,84$ metriä. Tässä tulvatilanteessa tulvavesi uhkaa peittää lähes koko Saarenkylän, Vitikanpään ja Alakorkalon. Saarenkylässä Putaan ympäristössä tulvavesi purkautuu ensimmäisenä omakotitalo-alueelle niistä kohdin, missä ranta on alavimmillaan. Saarenkylän terveyskeskus sekä Citymarket ja Lidl uhkaavat kastua. Myös vanhainkoti Saaren putaan rannassa voi kastua. Vaaralan ja Oikaraisen välillä

vesi uhkaa nousta matalimmissa kohdissa Kuusamontielle. Muualla Rovaniemellä Kemijoen ja Ounasjoen rannoilla vesi nousee luonnollisille matalille rantojen kosteikkoalueille rakennusten läheisyyteen. Tulva uhkaa myös Ounasjokisuistossa sijaitsevaa Arktikumia sekä Kemijoen rantojen läheisyydessä sijaitsevia kerrostaloja. Arktikumin ja Ylikylän välillä olevalle pyörätielle vesi nousee Ounasjoelta alikulkutunnelien kohdalta. Tulvavesi nousee tielle Kirkonjyrhämän ja Harjulammen välillä ja uhkaa nousta myös Kajaanintielle Salmijärven kohdalla. Harjulammen ympäristössä myös asutusalue on vaarassa kastua.

Kittilä on alavaa seutua ja se toimii luonnollisena tulva-altaana suurtulvan aikana. Matalimmilla alueilla vesi nousee kauas jokiuomasta ojia pitkin ja kastelee alavia seutuja joka vuosi, kuten Myllykosken



Kuva 16. Kartta kerran 100 vuodessa esiintyvän tulvan leviämisalueesta Kittilän kirkonkylällä

ympäristössä Kittilän pohjoispuolella sekä Siltaojan ympäristössä Ala-Kittilässä. Kerran 100 vuodessa esiintyvässä tulvassa (kuva 16) laskennallinen virtaama Ounasjoella on $1\,181\text{ m}^3/\text{s}$ ja vedenkorkeus on kirkonkylällä sillan kohdalla $N_{60+} 178,02$ metriä. Kittilän vanhainkodin ympäristö on laajalta alueelta veden alla ja Ollilanojaa pitkin tulvavesi leviää myös kantatien 79 länsipuolelle ja kastelee siellä useita rakennuksia. Vanhainkodin ja terveyskeskuksen välillä useimmat rantojen talot ovat kastumisvaarassa.

Merkittävä suojeltava kohde on vanhainkodin lisäksi Kittilän terveyskeskus. Rapasaaren kohdalla vesi nousee kantatielle 79 Kittilän keskustassa. Myös Sodankyläntielle sekä Pakatintielle kertyy paljon vettä, jolloin kulkuyhteydet katkeavat. Pakatin alueella on myös asuinrakennuksia kastumisvaarassa. Kittilän eteläpäässä vesi leviää yhä laajemmalle Parvavuomassa, jossa vesi nousee kantatielle 79. Ala-Kittilän alueella rakennuksia on kastumisvaarassa alavimmissa kohdissa, joissa vesi nousee myös tielle.



Kuva 17. Tulvavesi voi nousta nopeasti korkealle eikä kaikkea pystytä pelastamaan tulvan alta. (Uusitalo 2005)

3.4 Vahinkoarviot eri tulvatilanteissa

Tulvistä voi aiheutua monenlaisia vahinkoja Rovaniemen ja Kittilän alueella (kuva 17). Merkittävimpiä ympäristöllisiä vahinkoja aiheutuu silloin, jos tulvavesi pääsee jäte- ja viemäriverkostoon, jolloin jätevesi kulkeutuu vesistöön. Muita suurempia ympäristöuhkia ei Rovaniemellä tai Kittilässä ole, sillä kaikki kaatopaikatkin jäävät tulvariskialueiden ulkopuolelle. Terveydellisistä uhkista merkittävimpiä ovat Saarenkylän terveyskeskuksen tai vanhainkodin joutuminen tulvaveden varaan. Nämä rakennukset evakuoitetaan tulvatilanteen uhatessa kiinteistöjä. Suurimmat terveydelliset uhat syntyvät tulvatilanteissa, jos talousvesi pääsee pilaantumaan.

Suurtulva aiheuttaisi rahallisesti varsin mittavat vahingot Rovaniemen kaupungissa. Jos Kemi- ja Ounasjoen tulvahuiput sattuvat yhtä aikaa Rovaniemelle, Kemijoen virtaama voi nousta jopa 5 000–6 000 m³/s. Tarkat arviot tulvavahingoista erisuuruisilla tulvilla saadaan Rovaniemen alueelta sitten, kun tulvariskikartat valmistuvat. Tulvariskikartoista voidaan nähdä arviot tulevista vahingoista sekä mitkä rakennukset kastuvat, jolloin pystytään tarkemmin arvioimaan vahinkojen korjauskustannukset. Alustavien arvioiden mukaan tuhot olisivat merkittävimmät Rovaniemen kaupungin ympäristössä, erityisesti Saarenkylän alueella. Jos vesi pääsee kas-

telemaan Saarenkylän kauppakeskuksen alueen rakennukset, vahingon määrä on suuri. Suurimmat kustannukset tulvatilanteissa aiheutuvat kastuneiden rakennusten sekä teiden ja siltojen korjauksesta. Tulvavesi voi syövyttää teiden ja siltojen rakenteita ja aiheuttaa vyörymiä, jolloin korjauskustannukset voivat olla suuria. (Ollila ym. 2000.)

Kittilässä vuoden 2005 tulvassa vahingon määrä nousi lähes 6 miljoonaan euroon. Kittilän taajamassa kastui useita omakotitaloja, rivitalo sekä kerrostalojen kellareihin pääsi vettä. Suurin yksittäinen vahinkokohde oli Kittilän vanhainkoti, jonka korjauskustannukset olivat noin 2,2 miljoonaa euroa. Useita loma-asuntoja myös kärsi eriasteisista tulvavahingoista. Asuinrakennuksille aiheutuneita vahinkoja oli yhteensä noin 40 kohteessa. Tiestölle aiheutui suurimmat vauriot. Tiestön vahinkojen arvo oli noin 0,8 miljoonaa euroa. (Saarijärvi 2005.) Kittilän alueelta saadaan tarkemmat tulvavahinkoarviot erisuuruisilla tulvilla, kun tulvariskikartat valmistuvat.

3.5 Ilmastomuutoksen vaikutukset tulviin Rovaniemen ja Kittilän alueilla

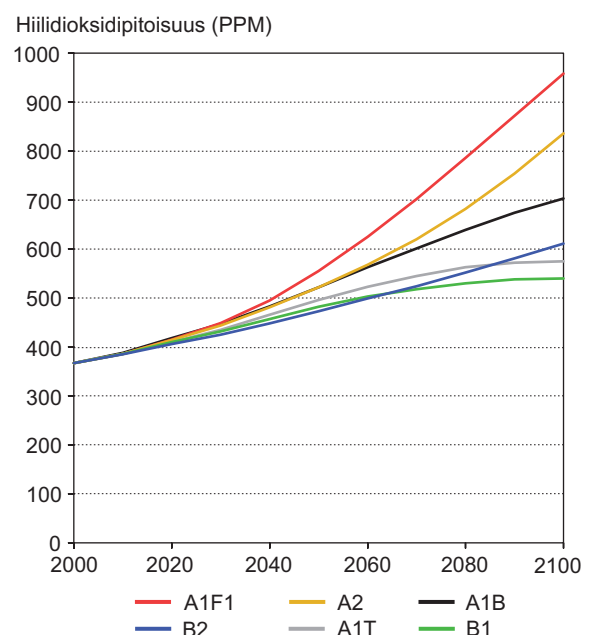
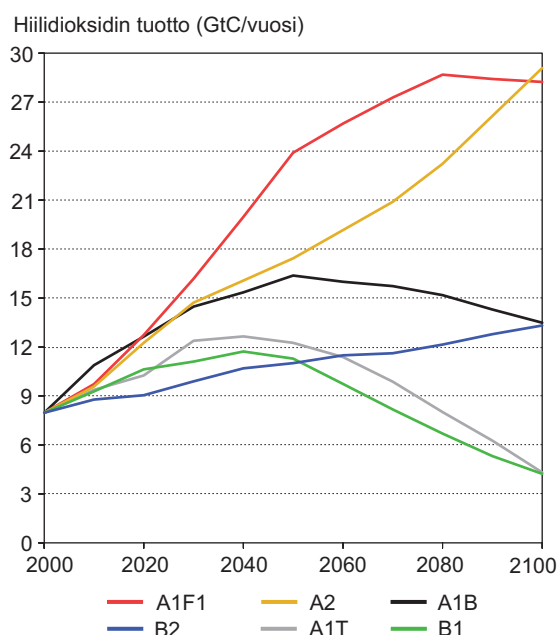
Ilmastomuutos vaikuttaa tulviin lämpötilan ja sateiden muutosten kautta. Suomen ympäristökeskuksessa on tutkittu Clim-ATIC-hankkeessa ilmastomuutoksen vaikutuksia tulviin Kemijoen ve-

sistöalueella (Veijalainen 2010). Lapissa suurimmat tulvat ovat kevään lumen sulamistulvia, joihin ilmastomuutos vaikuttaa erityisesti lumen määrän muutosten kautta. Ilmastomuutoksen vaikutuksesta myös kesän ja syksyn vesisateesta aiheutuvat tulvat todennäköisesti kasvavat, mutta eivät kuitenkaan yllä yhtä suuriksi kuin kevättulvat. Rovaniemellä ja Kittilässä tulviin vaikuttaa erityisesti talven lämpötilojen ja sateiden muutokset, jotka vaikuttavat kertyvän lumen määrään. Suomen ympäristökeskuksessa tehtiin simuloinnit tulvien muuttumisesta kolmelle eri ajanjaksolle, referenssijaksolle 1961–2008 sekä jaksoille 2011–2040 ja 2041–2070. Tulvien suuruutta on tutkittu kahden eri menetelmän avulla. Harvinaiset tulvat, joiden toistumisaika on yli 100 vuotta, arvioidaan mitoitussadantaan perustuvalla menetelmällä. Yleisemmät tulvat, joiden toistumisaika on 20–50 vuotta, arvioidaan Gumbelin jakaumaan perustuvalla menetelmällä. (Veijalainen 2010.)

Ilmaston muuttumista tutkitaan ilmastoskenaarioiden avulla, jotka kuvaavat maailmanlaajuisesti ilmaston muuttumista. Ilmastoskenaariot lasketaan päästöskenaarioiden ja alueellisten ja globaalien ilmastomallien avulla. Päästöskenaariot ovat IPCC:n vuonna 2000 julkaisemia SRES (Special Report on Emission Scenarios) -päästöskenaarioita, jotka kuvaavat erilaisia oletuksia ilmaston kasvihuonekaasujen määrän kehitymisestä tulevaisuudessa (kuva 18). SRES-skenaarioilla on kuvattu 40 erilaista il-

mastonmuutoksen kehityskulkua. Skenaarioit voidaan jakaa neljään eri ilmastoperheeseen A1, A2, B1 ja B2, jotka jakautuvat kuuteen ryhmään (kuva 18). A1-skenaarioissa maailmanlaajuinen talouskasvu jatkuu nopeana, maailman väestömäärä nousee vuosisadan puoleenväliin saakka, ja uusia ja tehokkaampia teknologioita otetaan käyttöön. A1FI painottuu voimakkaasti fossiilisiin polttoaineisiin, A1T taas ei-fossiilisiin energialähteisiin ja A1B on näiden välimuoto. A2-skenaarioissa kehityskulut maailman eri puolilla menevät eri suuntiin ja hajautunutta kehitystä kuvaa alueellinen riippumattomuus, jolloin taloudellinen ja teknologinen kehitys maapallon eri alueilla on hyvin epätasaista. B1-skenaariot kuvaavat samankaltaista kehitystä väestömäärien ja ostovoiman osalta kuin A1-skenaarioissa, mutta talouden rakenne muuttuu voimakkaasti palvelujen ja informaatioteknologian suuntaan, mikä vähentää talouden materiaali- ja energiaintensiivisyyttä. B2-skenaariot kuvaavat maailmaa, jossa paikalliset ratkaisut määrittelevät kestävästä kehitystä. Maailman väestömäärä kasvaa jatkuvasti, mutta hitaammin kuin A2-skenaarioissa. Talous ei kasva yhtä nopeasti ja teknologian muutos on hajanaisempaa kuin B1- ja A1-skenaarioissa. (IPCC 2000.)

Kemijoen vesistöalueella käytettävät ilmastomuutoskenaariot on saatu Ilmatieteen laitokselta ja EU:n ENSEMBLES -projektilta. Ne on tehty neljällä eri alueellisella mallilla käyttäen reunaehtoina

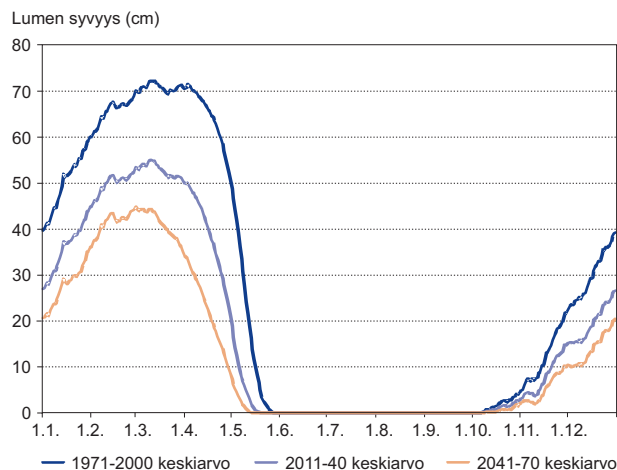


Kuva 18. Kuudella eri SRES-skenaarioilla kuvatut hiilidioksidin päästöjen (vas.kuva) ja pitoisuuksien (oik. kuva) kehittyminen. (Ruosteenoja 2007)

kolmea eri globaalia mallia. Päästöskenaario on kaikissa sama A1B päästöskenaario, jossa kasvi-huonekaasujen päästöt ovat lähellä keskimääristä. (Veijalainen 2010.)

Useampien eri skenaarioiden mukaan Lapissa talvet tulevat lämpenemään ilmastomuutoksen myötä 4-5 astetta ja kesät 2-3 astetta. Talven sadanta lisääntyy ja Etelä-Lapissa erityisesti vesisateet lisääntyvät. Lähitulevaisuudessa lämpötilojen nousun ollessa vielä vähäistä ja sademäärien kasvaessa lunta voi olla talvella yhtä paljon kuin aiemminkin, mikä voi yhdessä kevään sateiden lisääntymisen kanssa kasvattaa kevättulvia. Ilmaston lämmetessä sateet tulevat enemmän vetenä, jolloin lumen määrä vähenee. (Veijalainen 2010.) Lumipeitteen kesto aika lyhenee Rovaniemellä noin viikossa viidestätoista vuodessa. Lumipeitteen kesto aika lyhenee erityisesti alkutalvesta, jolloin marras-joulukuussa tulee olemaan enemmän lumettomia jaksia (kuva 19). Lunta tulee olemaan 15–20 senttiä vähemmän jaksolla 2010–2039 kuin 1900-luvun lopun vertailujaksolla. (Moore 2009.)

Seuraavissa kuvissa (kuvat 20 ja 21) on kuvattu kolmen eri ilmastoskenaariion lämpötilan muutoksia. Nämä ovat ne skenaariot, jotka tuottivat laskennoissa suurimmat (SMHI Ec5 A1B ja DMI ARP A1B) ja pienimmät (HadRM Had A1B) tulvat. Kaikissa skenaarioissa lämpötila nousee, jaksolla 2011–2040

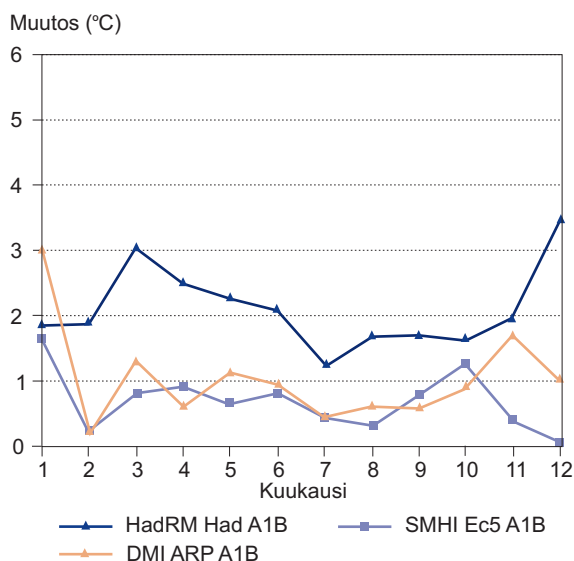


Kuva 19. Lumen syvyyden keskimääräinen muuttuminen Rovaniemellä eri jaksolla. (Noora Veijalainen SYKE)

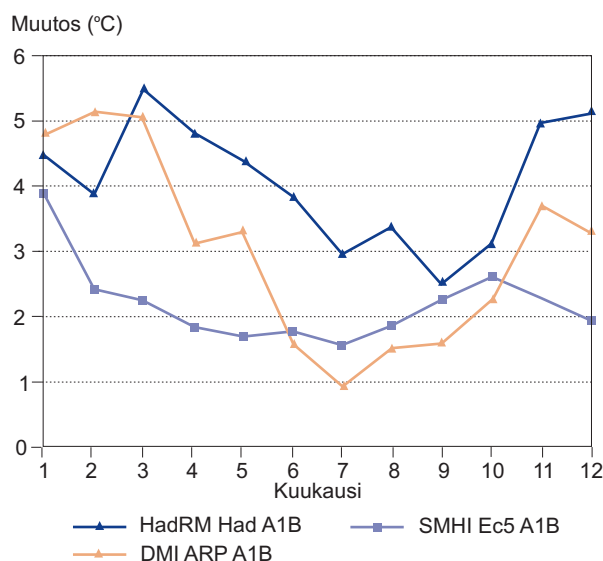
keskimäärin 0,7–2,1 °C ja jaksolla 2041–2070 2,2–4,1 °C. Skenaariolla HadRM Had A1B lämpötila nousee eniten, erityisesti keväällä ja alkutalvesta. Myöhemmällä ajanjaksolla 2041–2070 lämpötilat tulevat selkeästi nousemaan kaikkien skenaarioiden mukaan. Myöhemmällä ajanjaksolla lämpötilan nousun ajankohta on erityisesti talvikuukausina. Useiden asteiden lämpötilannousu talvella vaikuttaa merkittävästi lumen määrään.

Ilmastoskenaarioiden mukaan jaksolla 2011–2040 Rovaniemen ja Kittilän alueilla sademäärien kasvu on 3–18 % ja jaksolla 2041–2070 kasvu on 7–21 %.

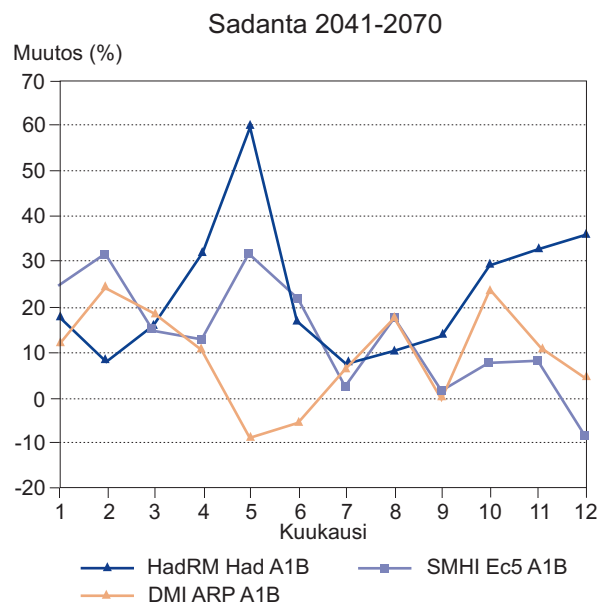
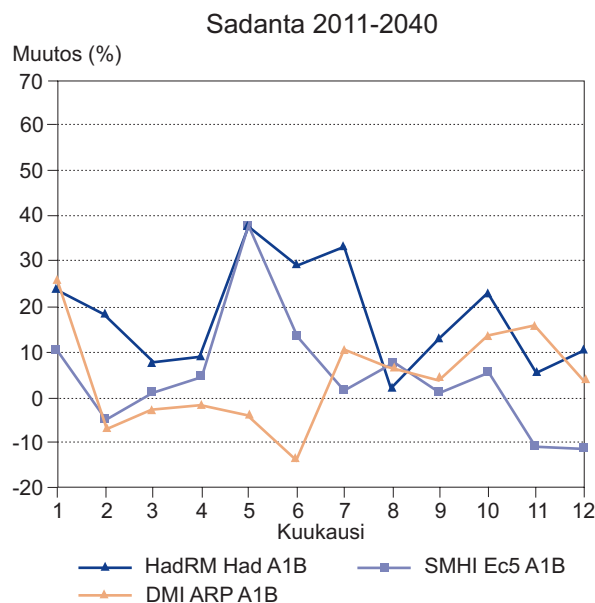
Lämpötila 2011-2040



Lämpötila 2041-2070



Kuvat 20-21. Lämpötilan muutos Kemijoen valuma-alueella jaksolta 1971–2000 jaksolle 2011–2040 ja 2041–2070 kolmen eri ilmastoskenaarioiden mukaan. (Noora Veijalainen SYKE)



Kuvat 22-23. Sadannan muutos Kemijoen valuma-alueella jaksolta 1971–2000 jaksolle 2011–2040 ja 2041–2070 kolmen eri ilmastoskenaarioiden mukaan. (Noora Veijalainen SYKE)

Seuraavista kuvista nähdään sadannan muutos kolmella skenaariolla (kuvat 22 ja 23). Skenaarioiden HadRM Had A1B ja SMHI Ec5 A1B mukaan sadanta kasvaa keväällä ja alkukesällä voimakkaasti. Muinakin vuodenaikoina sadanta kasvaa jonkin verran. Skenaarioiden DMI ARP A1B mukaan sadanta vähenee tai pysyy samansuuruisena keväällä ja alkukesällä, kun taas syyssateet kasvavat. Eri skenaarioiden tulokset vaihtelevat, mutta keskimäärin sateet tulevat kasvamaan tulevaisuudessa.

Suurimman riskin tulvien syntymiseen aiheuttaa skenaario SMHI Ec5 A1B, jossa sadanta kasvaa talvella ja keväällä, mutta lämpötila nousee vain vähän, jolloin lunta on tulevaisuudessa runsaasti jäljellä. Tällöin lumen sulaminen yhdistettynä entistä rankempiin sateisiin saa aikaan suurimmat tulvat. Lisäksi jääpatojen muodostumisen riski suurenee, jos sää on kylmä jäidenlähdon aikaan. Skenaario DMI ARP A1B tuottaa suurimmat tulvat Kittilälle, koska siinä lämpötilojen nousu on vähäistä, mutta talven sadannat kasvavat. Skenaariossa HadRM Had A1B taas lämpötila nousee runsaasti, joten sitä käyttäen saadaan pienimmät tulvat. (Veijalainen 2010.)

Suomen ympäristökeskuksen tutkimuksen mukaan ilmastomuutoksen vaikutuksesta Kemijoella virtaamahuippu aikaistuu sekä syksyn ja talven virtaamat kasvavat. Osalla skenaarioista kevättulva pienenee, osalla sen koko ei muutu merkittävästi ja osalla jopa

kasvaakin. Ilmastomuutoksen vaikutus Rovaniemen ja Kittilän alueiden tulviin on vielä epävarmaa, sillä se riippuu siitä, paljonko lämpötila ja sadanta muuttuvat. Ilmastomuutoksen mallintamisen ja menetelmien kehittyessä ja tiedon lisääntyessä arvioita ilmastomuutoksen vaikutuksista päivitetään. (Veijalainen 2010.)

Tulvien muuttumista on kuvattu alla olevissa taulukoissa (taulukot 9–12). Tutkimuksen mukaan seuraavan 30 vuoden aikana Rovaniemellä 100 vuoden välein esiintyvien tulvien koko pienenee nykytilanteesta minimiskenaarion mukaan 18 % tai suurentuu maksimiskenaarion mukaan 8 % (taulukko 9). 250 vuoden välein esiintyvien tulvien muutos on hyvin samanlainen -17 % ja +5 % välillä. Erittäin harvinaiset 1000 vuoden välein esiintyvät tulvat muuttuvat -15 % ja +4 % välillä. Tutkimuskauden loppupuolella, eli vuosien 2041–2070 aikana 100 vuoden välein esiintyvät tulvat pienenevät 28 % tai suurentuvat enintään 11 %. 250 vuoden tulvat muuttuvat -28 % ja +8 % välillä. 1000 vuoden välein esiintyvät tulvat pienentyvät nykytilanteesta minimiskenaarion mukaan 22 % tai suurentuvat maksimiskenaarion mukaan 7 %. (Veijalainen 2010.) Ilmastomuutos näyttäisi pienentävän tulvariskejä minimiskenaarion mukaan erityisesti seuraavan 30 vuoden jälkeen, mutta maksimiskenaarit ennustavat tulvien pientä kasvua. Muutosprosentit ovat hyvin vaihtelevia, koska on käytetty useita eri skenaarioita, jotka antavat erila-

sia tuloksia. Eri skenaarioiden paremmuuden arvioiminen on vaikeaa. Uusimpien tutkimusten mukaan näyttäisi kuitenkin siltä, että tulvien koko pysyy samansuuruisena kuin nykyisin tai hieman pienenee tulevaisuudessa.

Tulvan toistumisaika	Jakso 2011-2040		Jakso 2041-2070	
	min muutos	max muutos	min muutos	max muutos
100	-17,70 %	+7,60 %	-28,30 %	+10,60 %
250	-16,90 %	+4,90 %	-28,20 %	+8,40 %
1000	-14,50 %	+4,10 %	-22,40 %	+7,30 %

Taulukko 9. Rovaniemen harvinaisten tulvien muuttuminen tulevaisuudessa. Tuloksia on vertailtu vuosien 1961–2005 keskiarvotuloksiin. Tuloksissa viidellä eri skenaariolla saatujen virtaamien minimi- ja maksimimuutos prosentteina. (Tulokset: Noora Veijalainen SYKE)

Tutkimustulosten mukaan Rovaniemellä 20–50 vuoden välein esiintyvien tulvien koon muuttuminen on hyvin samansuuntainen kuin harvinaisillakin tulvilla, paitsi, että näissä tuloksissa virtaamien kasvua ei esiinny lainkaan kaudella 2011–2040 (taulukko 10). Seuraavan 30 vuoden aikana 20 vuoden välein esiintyvien tulvien virtaamat pienenevät nykyisestä virtaamasta minimiskenaariolla hieman alle 14 % ja maksimiskenaariolla hieman alle 2 %. 50 vuoden välein esiintyvän tulvien suuruus muuttuu hyvin samansuuntaisesti, ne pienenevät minimiskenaariolla 13 % ja maksimiskenaariolla hieman alle 2 %. Vuosien 2041–2070 aikana 20 vuoden välein esiintyvät tulvat tulevat pienentymään minimiskenaariolla jopa 30 % tai kasvavat maksimiskenaariolla 1 %:n. 50 vuoden välein esiintyvät tulvat pienenevät seuraavan 60 vuoden aikana minimiskenaariolla 30 % ja kasvavat maksimiskenaariolla noin 2 %.

Tulvan toistumisaika	Jakso 2011-2040		Jakso 2041-2070	
	min muutos	max muutos	min muutos	max muutos
20	-13,90 %	-1,80 %	-29,80 %	+1,00 %
50	-13,00 %	-1,60 %	-30,10 %	+1,70 %

Taulukko 10. Rovaniemen yleisempien tulvien muuttuminen tulevaisuudessa. Tuloksia on vertailtu vuosien 1961–2008 keskiarvotuloksiin. Taulukossa on viidellä eri skenaariolla saatujen virtaamien minimi- ja maksimimuutos. (Tulokset: Noora Veijalainen SYKE)

Kittilän tulvien koko näyttäisi tutkimusten mukaan säilyvän nykyisellään tai hieman pienenevän ilmastonmuutoksen myötä (taulukko 11). Seuraavan 30 vuoden aikana Kittilän 100 vuoden välein esiintyvät tulvat pienenevät minimiskenaarion mukaan noin 11 % ja maksimiskenaarion mukaan hieman alle 2 %. 250 vuoden välein esiintyvät tulvat pienenevät minimiskenaariolla 10 % ja maksimiskenaariolla 3 %. 1000 vuoden välein esiintyvien tulvien koko pienenee myös minimiskenaariolla hieman yli 10 % ja maksimiskenaariolla hieman yli 3 %. Tutkimuskauden loppupuolella vuosina 2041–2070 tulvat pienenevät useimmilla skenaarioilla, mutta maksimiskenaariolla harvinaisimmat tulvat hieman kasvavat. Kittilän alueella 100 vuoden tulvien virtaamat pienenevät minimiskenaariolla 15 % ja maksimiskenaariolla pysyvät nykyisen suuruisena eli muutos on 0 %. 250 vuoden tulvien koko muuttuu -13 % ja +2 % välillä. 1000 vuoden tulvat Kittilässä pienentyvät minimiskenaariolla 12 % tai suurenevat maksimiskenaarion mukaan 3 %. Harvinaisten tulvien muuttuminen tulevaisuudessa on hyvin vähäistä. Tulvat tulevat Kittilässä pysymään nykyisen suuruisina, tai saattavat hieman pienentyä seuraavan 60 vuoden aikana.

Tulvan toistumisaika	Jakso 2011-2040		Jakso 2041-2070	
	min muutos	max muutos	min muutos	max muutos
100	-10,80 %	-1,80 %	-14,60 %	+0,30 %
250	-10,40 %	-2,50 %	-13,40 %	+2,20 %
1000	-10,30 %	-3,30 %	-12,60 %	+4,50 %

Taulukko 11. Kittilän harvinaisten tulvien muuttuminen tulevaisuudessa. Tuloksia on vertailtu vuosien 1961–2005 keskiarvotuloksiin. Taulukossa on viidellä eri skenaariolla saatujen virtaamien minimi- ja maksimimuutos. (Tulokset: Noora Veijalainen SYKE)

Kittilässä yleisemmin esiintyvien tulvien muutos on hyvin samansuuntainen kuin harvinaisillakin tulvilla (taulukko 12). 20 vuoden välein esiintyvät tulvat tulevat pienentymään nykyisestä seuraavan 30 vuoden aikana minimiskenaariolla vajaat 8 % ja maksimiskenaariolla 1,5 %. 50 vuoden välein esiintyvien tulvien koko pienenee seuraavan 30 vuoden aikana 8 % ja 2 % välillä. Vuosien 2041–2070 aikana 20 vuoden tulvien suuruus pienenee minimiskenaariolla 18 % tai kasvaa maksimiskenaariolla 1 %:n. 50 vuoden välein esiintyvien tulvien virtaamat pienenevät minimiskenaariolla 17 % tai kasvavat maksimiskenaariolla 1,5 %.

Tulvan toistumisaika	Jakso 2011-2040		Jakso 2041-2070	
	min muutos	max muutos	min muutos	max muutos
20	-7,60 %	-1,50 %	-18,30 %	1,00 %
50	-8,20 %	-2,10 %	-16,90 %	1,50 %

Taulukko 12. Kittilän yleisempien tulvien muuttuminen tulevaisuudessa. Tuloksia on vertailtu vuosien 1961–2008 keskiarvotuloksiin. Tuloksissa viidellä eri skenaariolla saatujen virtaamien minimi- ja maksimimuutos. (Tulokset: Noora Veijalainen SYKE)

Ilmasto lämpenee sekä Rovaniemellä että Kittilässä ilmastonmuutoksen vaikutuksesta. Aluksi vaikutukset ovat kuitenkin suurempia Rovaniemellä kuin Kittilässä. Tämä johtuu siitä, että lämpötilan nousun vuoksi Rovaniemen talven lämpötilat vaihtelevat nollan ylä- ja alapuolella, jolloin talven sateet tulevat yhä enemmän vetenä, kun taas Kittilässä pysytään nollan alapuolella ja talven lumipeite säilyy. Ilmastonmuutoksen vaikutukset tulevat hitaammin pohjoisempana sijaitsevaan Kittilään. Ilmastonmuutoksen

myötä kevät aikaistuu ja talvi tulee myöhemmin, lumen määrä vähenee ja sen rakenne muuttuu sekä sääolojen vaihtelu lisääntyy.

Kaiken kaikkiaan tulvien muuttuminen ilmastonmuutoksen vaikutuksesta on melko vähäistä tutkimuskauden aikana. Muutamien prosenttien muutos virtaamissa ei näy merkittävästi tulvan koossa. Tutkimuskauden alkupuolella virtaamat voivat hieman kasvaa, mutta lämpenemisen myötä virtaamat taasoittuvat ja pienentyvät. Suurten tulvien todennäköisyys kasvaa, jos säätiloissa tapahtuu äkkinäisiä muutoksia, jolloin esimerkiksi jääpatojen syntymisen mahdollisuus kasvaa. Monien eri tulvatekijöiden yhteisvaikutuksesta tulvat voivat olla keväällä suuriakin, mutta ne ovat poikkeuksellisia tilanteita, joita on hyvin vaikea ennustaa. Tutkimukseen liittyy paljon epävarmuutta, joten aina on mahdollista, että suuriakin tulvia esiintyy. Yleisesti kuitenkin tulvien koko pysyy nykyisellään tai hieman pienenee.



Kuva 24. Jäät kasaantunut rannalle Rovaniemellä. (Mustakangas 2009)



Kuva 25. Vuoden 1973 tulva Saarenkylässä osoittaa, että Saarenkylässä on tulvalle alttiita alueita. (Arvo Hiukka, Rovaniemi)

4 Tulviin varautuminen Rovaniemellä ja Kittilässä

4.1 Tulvien ennakointi

Hydrologinen havainnointi on aloitettu Rovaniemellä Ounaskoskella vuonna 1935. Siitä lähtien vesistössä tapahtuvia muutoksia vedenkorkeuksien ja virtaamien osalta on voitu seurata. Tulvien kehitystä arvioidaan etukäteen hydrologisin havainnoin, kehittyneiden ennustemallien sekä säätietojen avulla, jolloin tulvat eivät tule yllättäen ja niiltä ehditään suojautua. Se antaa mahdollisuuden pienentää tulvien aiheuttamia vahinkoja ja ehkäistä ihmisille ja omaisuudelle aiheutuvia uhkia. Tulvien kokoluokka voidaan nähdä siinä vaiheessa, kun suurin osa talven lumista on satanut. Jääpatojen aiheuttamia tulvia voidaan ennakoida seuraamalla ilman lämpötilan kehitystä sekä seuraamalla jään ja sen rakenteen muutoksia. Jäidenlähdon tarkkaa ajankohtaa ei voida kuitenkaan ennustaa, sillä sen määrää sää, jota

voidaan luotettavasti ennustaa vain muutamia päiviä eteenpäin. Tulvahuippu riippuu oleellisesti lumen sulamisen nopeudesta ja sulamisajan sateista.

Tulvavahinkoja voidaan merkittävästi pienentää ottamalla huomioon tulvariskialueet maankäytön suunnittelussa (kuva 25). Tulvantorjuntatilanteessa vesistön käyttö järjestetään siten, että vahingot jäävät yhteismääriltään mahdollisimman vähäisiksi. Rakennetulla vesistöosilla, joissa virtaamia voidaan jossain määrin säätää, juoksutukset suoritetaan siten, että vettä padotetaan vahinkojakin aiheuttaen, jos patoamalla estetään selvästi suurempien vahinkojen syntyminen vesistön alapuolisella osalla. Kemijärven säännöstelyllä on voitu välttää Ounasjoen ja Kemijoen huippuvirtaamien samanaikainen esiintyminen Rovaniemen seudulla. Kemijärven säännöstelyn yläraja on $N_{43}+149,00$ metriä. Suurtulvan uhatessa on kuitenkin vaarana, että Kemijärvi täyttyy, eikä sillä voida pidättää vettä tulvan aikana. Pahimmissa tulvatilanteissa joudutaan hakemaan lupaa Kemijärven säännöstelyn ylärajan tilapäiseksi ylittämiseksi. (Saarijärvi 2004.)

4.2 Toteutettuja tulvasuojelutoimenpiteitä

Erilaisia tulvasuojelun toimenpiteitä on toteutettu ja suunniteltu sekä Rovaniemelle että Kittilään. Tulvasuojelua ja tulvantorjuntakeinoja kehitetään jatkuvasti paikallisella tasolla. Tulvasuojelun alustavia suunnitelmia sekä erilaisia ilmastomuutokseen ja tulviin liittyviä raportteja on laadittu Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen (Lapin ELY-keskus) ympäristö- ja luonnonvarat vastuualueella sekä Suomen ympäristökeskuksessa. Keskeisimpiä raportteja Rovaniemen ja Kittilän tulvasuojelusta ovat:

- Rovaniemen taajama-alueen tulvien aiheuttamien vahinkojen rajoittamisen yleissuunnitelma (LAP-2007-V-2): Kämäräinen 2009.
- Kittilän tulvasuojelu, vaihe 1 (LAP-2005-V-29): Näättänen 2009. (Kittilän tulvasuojelun vaiheet 2 ja 3 ovat työn alla ja valmistuvat vuonna 2010.)
- Kemijoen vesistön tulvatorjunnan toimintasuunnitelma: Saarijärvi 2004.
- Ilmastomuutoksen vaikutus P-patojen mitoitusvirtaamiin, Kemijoki ja Oulujoki: Veijalainen-Vehviläinen 2006.
- Tulvien muuttuminen ilmastomuutoksen vaikutuksesta Rovaniemellä ja Kittilässä: Veijalainen 2010.
- Kemijoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuoteen 2015. Lapin ympäristökeskus 2009.

Rovaniemelle on laadittu yleissuunnitelma (Kämäräinen 2009) tulvavahinkojen pienentämiseksi. Suunnitelmassa on alustavasti esitetty Rovaniemelle sopivia erilaisia tulvasuojelun vaihtoehtoja. Alustavan suunnitelman avulla tulvasuojelua ollaan parhaillaan kehittämässä eteenpäin yhteistyössä viranomaisten ja asukkaiden kanssa. Toteutettuja rakenteellisia tulvasuojelun toimenpiteitä on Rovaniemen taajama-alueella tehty ainoastaan Saarenkylän Vitikanpäässä, jossa on korotettu teitä, rakennettu matalimmille alueille tulvapenkereitä sekä asennettu kiinteistöihin kulkevien ojien rumpuihin tulvaluukkuja. Ounasjoen varteen Patokoskelle on rakennettu tulvapenger, jolla on saatu suojattua yksittäinen rivitalo. Lisäksi kiinteistön viemäröintiin on asennettu takaiskuventtiili, jotta tulvavesi ei pääse viemäriin. (Kämäräinen 2009.)

Kittilän tulvasuojelua on alettu kehittämään vuoden 2005 tavanomaista suuremman tulvan jälkeen. Heti tulvan jälkeen asennettiin uudet vedenkorkeuden mittausasemat Ketomellaan, Kittilään ja Kaukoseen. Kunnan sekä Lapin ELY-keskuksen toimesta Kittilässä on kartoitettu tulvasuojelun vaihtoehtoja ja tulvapenkereet on valittu toteutettavaksi tulvasuojelumenetelmäksi. (Honka 2008.)

Lapin ELY-keskuksen toimesta, sekä Rovaniemelle että Kittilään, on tehty EU:n tulvadirektiivin mukaiset tulvavaarakartat ja tulvariskikartat ovat laadittavana. Tulvavaarakarttojen avulla voidaan tietää jo etukäteen tulvan leviämisaalue, jolloin voidaan paikallistaa tulville herkäät alueet ja rakennukset. Karttojen avulla tulvasuojelun suunnittelu sekä tulvariskien arviointi helpottuvat. Vuoteen 2015 mennessä laadittavat tulvariskien hallintasuunnitelmat tulevat ohjaamaan tulvasuojelua Rovaniemen ja Kittilän alueilla. Näihin suunnitelmiin kootaan yhteen kaikki Kemijoen valuma-aluetta koskevat tulvariskiä pienentävät toimenpiteet. Tulvasuojelussa parhaimmaksi ratkaisuksi tulee todennäköisesti useamman eri keinon yhdistelmä, jolloin tulvasuojelusta saadaan toimiva ja kattava. Penkereillä ja vettä ohjaavilla patorakenteilla saadaan ohjattua vettä pois kriittisiltä alueilta. Tulvavahinkojen estämiseksi pitäisi myös estää lisärakentaminen tulvavaara-alueille.

4.3 Keinot tulvavahinkojen pienentämiseksi

4.3.1 Tulvapenkereet

Tulvapenger on paikallinen ratkaisu, joka toimii hyvin tietyillä alueilla tulvavahinkojen välttämiseksi. Tulvapenger ei pienennä Ounasjoen ja Kemijoen virtauksia tai vedenkorkeuksia, mutta se estää tulvan leviämisen esimerkiksi asuinalueelle. Rakenteellisista ratkaisuista penger on edullinen toteuttaa ja se voidaan tehdä nopeallakin aikataululla. Joillakin alueilla penkereiden toteuttaminen voi olla haasteellista maisemallisista syistä.

Kittilässä toteutettavaksi tulvasuojeluvaihtoehdoksi on suunniteltu tulvapenkereiden rakentaminen Kittilän keskustaan ja Kaukoseen (kuva 26). Penkereillä estetään tulvaveden leviäminen tulvauhanalaisille rakennuksille. Tulvapenkereiden rakentaminen suoritetaan kolmessa vaiheessa. Ensimmäisessä vai-



Kuva 26. Kittilään suunniteltujen tulvapenkereiden sijainti. (Lapin ELY-keskus)

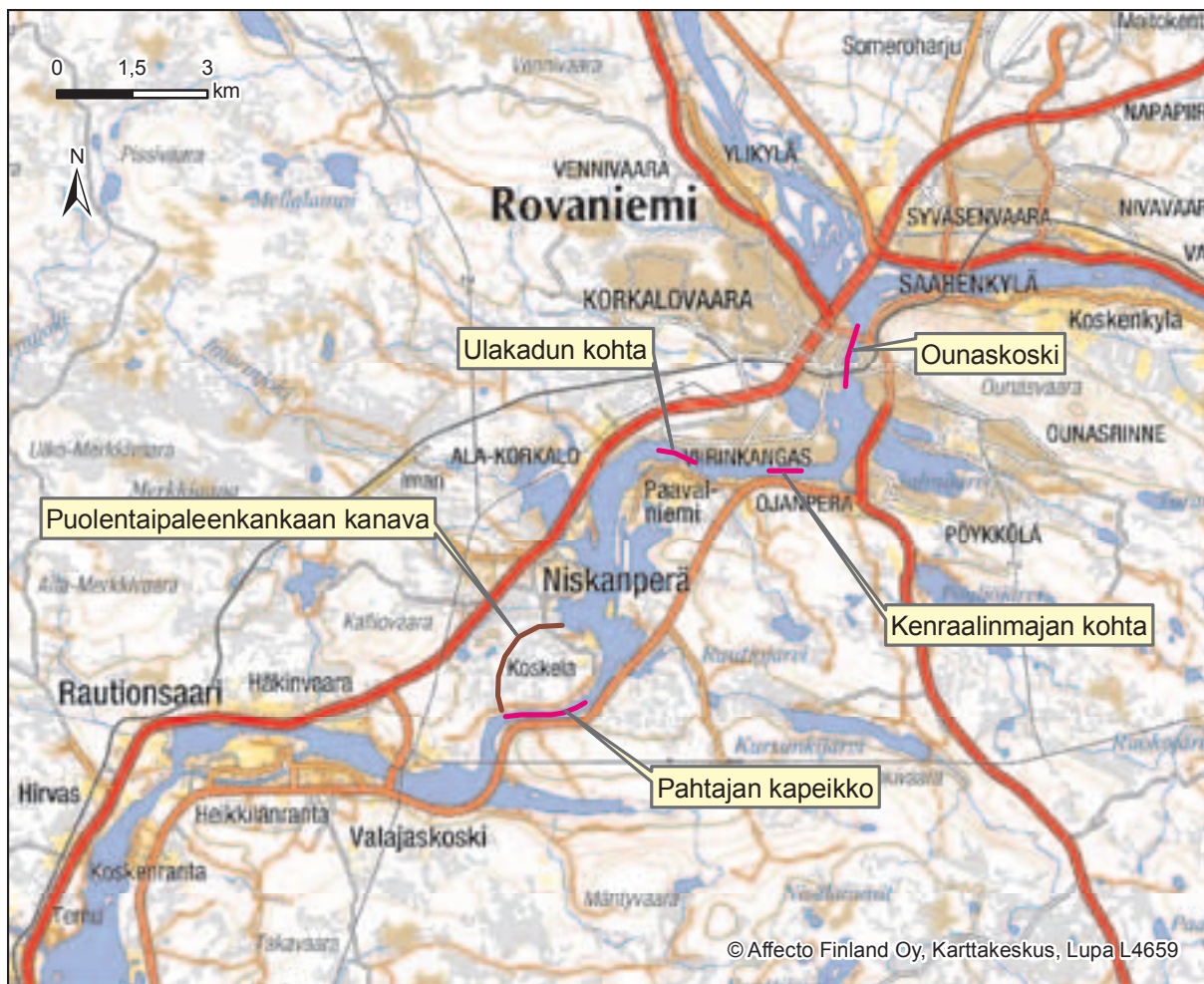
heessa tehdään tulvapenger terveyskeskuksen ja vanhan kunnantalon alueelle. Toisessa vaiheessa toteutetaan Pääskylänniemen ja Törilörannan alueet ja kolmannessa vaiheessa Ala-Kittilän, Pakatin ja Kaukosen alueet. (Näätänen 2009.)

4.3.2 Ruoppaus

Jokiuoman ruoppauksella saadaan parannettua vedenjohtokykyä suurien virtauksien aikana. Rovaniemellä on tehty alustava ruoppausselvitys Kemi-

joelle Valajaskosken ja Ounaskosken välille (kuva 27). Kemijoki Aquatic Technology Oy:n selvittämän tutkimuksen mukaan ruoppauksella ja jokiuoman perkauksella voisi olla vaikutusta vedenpinnan korkeuteen tulvatilanteessa Rovaniemellä 70–80 cm. (Kämäräinen 2009.)

Myös Kittilässä on esitetty tulvansuojelun toimenpiteiksi Kittilän ja Kaukosen välisen jokiosan ruoppausta sekä ohituskanavan rakentamista Kittilän kohdalle. Ruoppauksen vaikutukset on todettu olevan



Kuva 27. Kemijoen perkattavat kohdat sekä Puolentaipaleenkankaan kanava. (Kämäräinen 2009)

vähäisiä Kittilän tulvakorkeuksiin ja se olisi myös kallis vaihtoehto (30 milj.€). Ruoppauksesta aiheutuisi suuret vesistövaikutukset alapuolisessa vesistössä. Näistä syistä ruoppausvaihtoehtoa ei ole viety eteenpäin toteutettavaksi. Ohituskanavaa ei myöskään kannata rakentaa, koska maasto ja joki ovat hyvin tasaisia. Lisäksi jokeen laskee useita sivujokia Kittilän kohdalla. (Näätänen 2009; Honka 2008.)

4.3.3 Tulvaveden pidättäminen valuma-alueella

Tulvavesiä voidaan pidättää valuma-alueella tulvasuojelualtaiden avulla. Tulvasuojelualtaalla tarkoitetaan allasta, johon varastoidaan vettä suuren tulvan uhatessa. Joen yläjuoksulla sijaitsevilla vedenpidätysaltailla voidaan leikata joen huippuvirtaamia. Jotta vaikutukset olisivat riittävät, olisi altaiden määrä ja koko oltava riittävän suuret. Tulva-altaat ovat vaikeasti toteutettavia hankkeita, koska sopivia alueita on vähän, ne ovat kalliita rakentaa sekä ylläpitää

ja niiden käyttötarve on harvinainen. Tulva-altaat, jotka otetaan käyttöön vasta todellisen suurtulvan uhatessa, voisivat leikata merkittävästi suuria virtaamia. Kemijoen vesistössä voimatalouskäytössä olevilla säännöstelyaltailla ei pystytä ratkaisemaan isojen ja harvinaisten tulvien ongelmia. Isoissa tulvissa säännöstelyaltaat voivat jopa aiheuttaa riskitason nousun. Kesällä ja alkutalvella säännöstelyaltaat ovat usein täynnä, jolloin kesällä ja syksyllä sattuvien tulvien aikaan vedenpidätys altaan avulla on mahdotonta.

Lapin ympäristökeskus on tilannut yleissuunnitelmatasoisien selvityksen Kemijoki Aquatic Technology Oy:ltä Ounasjoen tulvasuojelualtaiden käyttömahdollisuuksista Kittilän yläpuolisella valuma-alueella. Suunniteltuja altaita on kaksi, joista toinen sijaitsee Loukisen valuma-alueella ja toinen Syvä-Tepastojoen valuma-alueella. Nämä tulvasuojelualtaat olisivat kuiva-altaita, jolloin altaiden varastointitilavuutta hyödynnetään vain tulvahuippujen aikana virtauk-



Kuva 28. Rivitalo on suojattu tulvavedeltä hiekasäkkivallilla Kittilässä vuonna 2005. (Uusitalo 2005)

sien pienentämiseksi. Muina vuodenaikoina altaat ovat luonnollisessa tilassa. Tulvasuojeluallas on kallis ratkaisu ja sen toteutuminen on haasteellista. Tulvasuojeluallas vaikuttaa tulvakorkeuksiin Tepaston alapuolisella jokiosalla ja sen vaikutukset olisivat merkittävät Kittilässä ja Kaukosessa. (Kämäräinen 2009.)

Kemijoki Oy on suunnitellut Vuotoksen tekojärven rakentamista, jolla varastoitaisiin Kemijoen tulvasiä voimatalouden käyttöön kulutushuippujen aikana. Vuotoksen allas vähentäisi ratkaisevasti Kemijärven tulvauhkaa. Rovaniemen tulvasuojelussa Vuotoksen altaalla olisi myös vaikutusta. Laskelmiin mukaan Vuotoksen tekoaltaalla voitaisiin Kemijoen virtaamaa pienentää 10 päivän suurtulvan aikana Rovaniemen kohdalla 1 000 m³/s, joka merkitsee noin metrin vedenpinnan laskua. Vuotoksen altaan rakentaminen on kuitenkin saanut hylkäämispäätöksen Korkeimmalta hallinto-oikeudelta, koska siinä on vesilain 2 luvun 5 §:n mukaisia luvanmyöntämisseiteitä. (Kämäräinen 2009.)

4.3.4 Säännöstelymuutokset

Kemijoen vesistöalueella suurimmat säännöstelyaltaat ovat Lokka, Porttipahta ja Kemijärvi. Lokan ja Porttipahdan altaiden säännöstelytilavuudet ovat niin suuria, että niistä ei tarvitse laskea vettä ollenkaan keväällä suurien virtaamien aikana. Pääosa vesistä tulee Kemijärvelle Ylä-Kemijoelta. Kemijärven täyttäminen pyritään suorittamaan siten, että Kemijoen ja Ounasjoen tulvahuiput eivät sattuisi samaan aikaan Rovaniemelle. Kemijärven altaan pieni koko ei kuitenkaan mahdollista poikkeuksellisessa tulvatilanteessa pitkäaikaista veden pidättämistä. Suurien virtauksien leikkaaminen on mahdollista vain muutamia päiviä ja tulvan pitkittyessä virtaamia ei voida leikata ollenkaan.

Kemijärven säännöstelyn yläraja on N₄₃+149 metriä, eikä ylärajaa saa ylittää. Erittäin vaikeina tulvakeväänä säännöstelyn ylärajan ylittämiseen on haettu poikkeuslupaa Pohjois-Suomen ympäristölupavirastolta, jotta Rovaniemellä ei syntyisi niin suuria tulvavahinkoja. Ylitykset ovat kuitenkin olleet vain muutamia senttimetrejä. (Marttunen ym. 2004.) On alustavasti selvitetty vaihtoehtoa, jossa Kemijärven patoja korotetaan, jolloin Kemijärven vedenpintaa voitaisiin nostaa nykyistä korkeammalle. Ylärajan nostolla voitaisiin parantaa Kemijärven pidätyskykyä. Esimerkkinä lumien sulamisen seurauksena syntynyt kevättulva, joka aiheuttaisi Kemijokeen noin 4 400 m³/s virtaaman Rovaniemellä, jos Kemijärvi pidettäisiin nykyisissä rajoissa, alle 149 metrisä. Jos Kemijärveä nostettaisiin metrin, eli tasolle 150 m, laskisi virtaama tasolle 3 800 m³/s. Jos olisi poikkeuksellisen lämmin ja sateinen kevät, eli lumi sulaa nopeasti ja tulva kestää vain lyhyen aikaa, olisi Kemijärven ylipadotuksen vaikutus vieläkin suurempi. (Huttunen 2007.)

Simuloitaessa ilmastonmuutosta nykyiset säännöstelyohjeet eivät enää toimi kovin hyvin, sillä esimerkiksi aikaisen kevään sattuessa kohdalle, pitäisi vedenpinnan nostaminen voida aloittaa jo nykyistä aikaisemmin. Ilmastonmuutoksen myötä kevät aikaistuu, joten säännöstelyohjeiden päivitys olisi ajankohtaista tulvariskien pienentämiseksi. (Veijalainen 2010.) Rovaniemellä esimerkiksi Valajaskosken voimalaitoksella voidaan vaikuttaa vedenpinnan tasoon ja sitä kautta jäiden lähtöön. Kun vedenpinta on tarpeeksi korkealla jäidenlähdön aikaan, jäänlähtö helpottuu ja jääpatoriski pienenee. (Kämäräinen 2009.)

4.3.5 Muut vaihtoehdot

Muita vaihtoehtoja tulvasuojelussa on useita. Jos Rovaniemen tai Kittilän alueella ei voida tehdä tulvasuojelua edistäviä rakenteellisia ratkaisuja, keskitytään silloin edistämään tulvantorjuntavalmiuksia ja tiedotusta, kehitetään tilapäisiä tulvantorjuntaratkaisuja sekä parannetaan vesistöomalleja, joiden avulla tulvia voidaan ennakoida paremmin. Tulvasuojelu ja tulvantorjuntavalmiuksia kehitetään suurtulvatyöryhmän toimenpide-ehdotusten mukaisesti.

Suurtulvan sattuessa vahingot tulevat olemaan suuria, mutta vahinkoja voidaan vähentää tilapäisillä

tulvantorjuntarakenteilla. Tilapäisiä tulvantorjuntarakenteita ja -kalustoa pitäisi voida käyttää suurtulvan sattuessa. Tällaisen mahdollistamiseksi Lappiin pitäisi perustaa keskitetty varasto tilapäisille tulvantorjuntakalusteille, josta hätätilanteissa saadaan tulvantorjuntakalusto nopeasti paikalle. Varastossa pitäisi olla riittävästi valmiiksi koottua tulvaseinäketä, tyhjiä hiekkasäkkejä, pumppuja, muoviva, kevyitä veneitä ja muuta tarpeellista kalustoa. (Kämäräinen 2009.)

Tilapäiset ja nopeasti koottavat tulvasuojelurakenteet ovat hyödyllisiä äkillisen tulvauhan sattuessa. Tilapäisiä tulvantorjuntakeinoja ovat hiekkasäkeistä tai muusta materiaalista tehdyt rakennettavat vallit (kuvat 28 ja 29). Hiekkasäkkien ja nopeasti rakennettavien vallien avulla voidaan helposti ja nopeasti suojella kriittisiä alueita tulvavedeltä. Rakenteiden pitäisi olla riittävän tiiviitä ja tarpeeksi korkeaksi pystytettäviä. Vedenpitävyys joudutaan usein varmistamaan muovikalvolla tai vastaavalla vesieristeellä. Tilapäinen rakenne pitää olla myös riittävän kestävä veden aiheuttamaa rasitusta vastaan. Rovaniemen alueella sekä Kittilässä tilapäisistä tulvasuojelun rakenteista kävisi parhaiten epätasaiseen maastoon soveltuva perinteinen maavalli sekä hiekkasäkkivalli. (Kämäräinen 2009.)

Rovaniemellä Saarenkylän yhdeksi tulvasuojeluvaihtoehdoksi on alustavasti esitetty Saarenputaan päiden sulkemista padoilla suuren tulvan ajaksi. Sillä saataisiin estettyä Kemi- ja Ounasjoesta tulvaveden tulo Saarenputaaseen ja sitä kautta rajoittamaan putaan kautta syntyviä vahinkoja. Sulkeminen voisi tapahtua siltoihin asennettavilla tilapäisillä padoilla. Tämän lisäksi tarvitaan veden pumppausjärjestelmä Saarenputaan valuma-alueelta tulevan sekä mahdollisesti patojen läpi suotautuvan veden poistamiseksi. (Kämäräinen 2009.) Padoilla sekä teiden korottamisella saataisiin rajoitettua huomattavasti tulvavahinkoja Saarenkylässä.

Keskeistä tulvasuojelussa on myös tiedottaminen. Asukkaiden pitäisi saada riittävät perustiedot tulvatilanteiden varalle sekä ohjeet omatoimiseen suojautumiseen. Tulvaviestintä voisi olla hyvä ja kehiteltävä ratkaisu tulvatilanteiden tiedottamisessa ja tulvasuojelun kehittämisessä. Tulvaviestintää kehitetään yhteistyössä viranomaisten, kunnan ja asukkaiden



Kuva 29. Tulvaveden leviäminen on estetty tekemällä väliaikainen tulvapenger. (Uusitalo 2005)

kanssa, jotta siitä saataisiin toimiva menetelmä tulvatilanteen uhatessa.

Rovaniemellä ja Kittilässä riskialueet sekä tulvavaarassa olevat rakennukset voisi kartoittaa rekisteriksi. Rekisteriä voidaan käyttää hyödyksi tulvantorjunnan ja pelastustoiminnan toteutuksessa. Rekisteristä olisi myös hyötyä tulvavahinkoarvioiden laadinnassa. (Kämäräinen 2009.)

Kaikkien tulvasuojeluun liittyvien toimintojen jatkuva kehittäminen on osa tulvasuojelua. Vesistömalleja sekä ilmastomuutoksen ennustamiseen liittyviä malleja pitää jatkuvasti kehittää ja päivittää. Uudet ilmastomallit ja -ennusteet antavat tulevaisuudessa entistä tarkempia alueellisia arvoja, esimerkiksi lumen vesiarvosta, sadannasta ja lämpötilasta, jolloin tulvien ennustaminen on helpompaa ja pystytään varautumaan tulvatilanteeseen hyvissä ajoin. Vesistömallin on oltava mahdollisimman tarkka, jotta tulvan suuruus ja tulvan leviämisen luotettava arvioiminen on mahdollista. Säännölliset harjoitukset tulvatilanteiden varalle lisäävät viranomaisten kykyä toimia oikein hätätilanteessa. Samalla huomataan, jos jokin toimintoa pitää kehittää. Jatkuva tiedonhankinta sekä menetelmien kehittäminen on tärkeää.

5 Tulvasuojelu ja lainsäädäntö

5.1 Eri viranomaisten vastuut ja tehtävät tulvatilanteissa

Viranomaiset toimivat yhteistyössä tulvien torjunnassa ja erilaisten ympäristövahinkojen sattuesssa. Tulvasuojelun ja tulvantorjunnan ylimmästä valvonnasta ja ohjauksesta vastaa maa- ja metsätalousministeriö. Valtion elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen (ELY-keskus) ympäristö ja luonnonvarat -vastuualueen tulvantorjuntaorganisaatio toimii kiinteässä yhteistyössä alueen palo- ja pelastusviranomaisten sekä alueellisen hätäkeskuksen kanssa. Muita yhteistyötahoja ovat ympäristöministeriö, Suomen ympäristökeskus, alueen kunnat, lääninvalmiusjohtaja, sotilasläänit, säännöstelyluvan haltijat ja säännöstelyä hoitavat tahot ja naapurivaltioiden tulvan torjunnasta vastaavat viranomaiset.

Ympäristöhallinnosta säädetyn lain mukaan ELY-keskuksen ympäristö ja luonnonvarat -vastuualueen on valvottava yleistä etua ympäristö- ja vesistöasioissa, ehkäistävä ja torjuttava ympäristövahinkoja ja haittoja sekä huolehdittava vesistöjen käyttö- ja hoitotoiminnasta ja tulvasuojelusta. Lainsäädäntö määrittelee tulvantorjunnan tehtäväjaon eri viranomaisten välillä. Rovaniemen ja Kittilän alueella Lapin ympäristöviranomaiset vastaavat tulvantorjunnan suunnittelusta ja ennakkoon varautumisesta sekä toteuttavat suurimman osan tulvantorjuntatoimenpiteistä. Tulvatilanteessa merkittävä yhteistyötaho on pelastusviranomainen, jolla on päävastuu pelastustoimista.

Suomen ympäristökeskus osallistuu tulvasuojelun ja tulvantorjunnan kehittämiseen, ylläpitää vesistömallijärjestelmää ja antaa aihepiiriin liittyviä asiantuntijapalveluita. Alueelliset ympäristöviranomaiset vastaavat hydrologisesta seurannasta, vesistömallien käytöstä ja tulkinnasta, tulvaennusteiden laatimisesta

sekä eri asiantuntijatehtävistä. Ympäristöviranomaiset suorittavat myös tulvien ennakkotorjuntatoimenpiteitä, estävät jääpatojen syntymistä ja toteuttavat tarvittaessa jääpatojen räjäytyksiä. ELY-keskuksen ympäristöviranomaisten tehtäviin kuuluu suunnitella ja toteuttaa tulvasuojelun toimenpiteitä, valvoa ja hoitaa säännöstelyä sekä hakea tarvittaessa vesilain poikkeuslupia ympäristölupavirastolta. ELY-keskuksen keskeinen tehtävä on myös tulvasasioista tiedottaminen.

Pelastusviranomainen toteaa ajankohdan, jolloin tulvantorjunta muuttuu pelastustoiminnaksi (Timo-
nen ym. 2003). Pelastusviranomaisten tehtäviin kuuluvat väestön suojeleminen, evakuointi, pelastustoiminta ja hätätilanteiden yleinen johtaminen. Pelastusviranomaiset ovat asiantuntijoita pelastus- ja väestönsuojelussa. He voivat myös käyttää ja varastoida tilapäisiä tulvasuojelukalusteita. Heidän tehtävänä on myös virka-avun pyytäminen sekä väestön tiedottaminen.

Tieviranomaisille laki määrää tehtäväksi tulvantorjuntatilanteessa pelastusviranomaisten auttamisen. Tieviranomaisten päätehtävä myös tulvan aikana on tienpito, jolloin sen tehtävänä on tulvatilanteessa antaa asiantuntija-apua muille viranomaisille suunnittelussa ja toteutuksessa sekä onnettomuustilanteessa. Tieviranomaiset huolehtivat liikenneyhteyksistä järjestämällä esimerkiksi kiertoteitä, tekevät tarvittaessa pengerryksiä tulvauhanalaisille teille, huolehtivat liikennemerkkeistä liikennettä rajoitettavilla tieosuuksilla ja tekevät tiestötarkastuksia ja seuraavat tilanteiden kehittymistä. Lisäksi tieviranomaisen tärkeä tehtävä on tiedottaminen. (Tiehallinto 2007.)

Kunnan tehtävänä on avustaa pelastusviranomaisia tulvantorjunnassa ja väestön evakuoinnissa. Kunnan keskeinen tehtävä on myös turvata tärkeiden laitosten ja yritysten toimintaa sekä suojata tärkeitä rakenteita sekä varoittaa väestöä. Poliisin tehtävänä on ylläpitää järjestystä sekä ohjata liikennettä.

Tehtävät, joista vastaa ympäristöviranomaisen	Tehtävät, joista vastaa pelastusviranomaisen
Hydrologinen seuranta (esimerkiksi virtaama, sadanta, lumimäärä, jäänpaksuus, sulanta)	Pelastus- ja väestönsuojelualan asiantuntijatehtävät
Vesistömallien käyttö ja tulvaennusteiden laadinta	Tilanteen yleisjohto, jos pelastustoimintaan osallistuu useamman toimialan viranomaisia
Asiantuntijatehtävät vesistöasioissa, tulvantorjunnan strategisessa toteuttamisessa ja maa- ja vesirakentamisessa	Pelastustoiminta; ihmisten, omaisuuden ja ympäristön suojaamiseksi ja pelastamiseksi, vahinkojen rajoittamiseksi ja seurausten lieventämiseksi onnettomuuksien sattuessa tai uhatessa (kiireellisesti suoritettavia toimenpiteitä)
Ennakkotorjuntatoimenpiteiden (esimerkiksi jäänsahausta, hiekoitus, ennakkoräjäytykset) suorittaminen	Väestönsuojelu; ihmisten ja omaisuuden suojaamista ja pelastustoiminnan hoitamista valmiuslain (1080/1991) 2 §:ssä ja puolustustilalain (1083/1991) 1 §:ssä tarkoitetuissa poikkeusoloissa sekä niihin varautumista
Jääpatojen syntymisen estäminen ja jääpatojen purku kaivinkoneella (esimerkiksi silta-aukot ja kapeikot)	Ilmoitettujen uhkatilanteiden kenttätiedustelut ja vaaratilanteesta varoittaminen
Jääpatojen ja suppojen räjäytystyöt (räjähteiden varastointi, kuljetus ja räjäytystöiden toteuttaminen)	Evakuointi
Väliaikaisten penkereiden ja patojen teko veden ohjailemiseksi	Tilapäisten tulvantorjuntarakenteiden (esimerkiksi tulvaseinäkkeet, hiekkasäkit) varastointi ja käyttö
Vesien johtaminen tilapäisille alueille ja uomiin	Väliaikaisten penkereiden ja patojen teko esimerkiksi rakennuksen tai muun tärkeän kohteen suojaamiseksi
Yksityisten (esimerkiksi järjestely-yhtiöiden) omistuksessa olevien tulvasuojelurakenteiden (muun muassa padot ja penkereet) valvonta, korjaus ja vahvistaminen äkillisissä hätätapauksissa	Määräminen yksityiseen omaisuuteen kohdistuvista toimenpiteistä, esimerkiksi teiden tai penkereiden katkaisut, jos padottavat vettä ja aiheuttavat haittaa
Säännöstelyjen hoidon valvonta ja hoito	Virka-avun pyynnöt
Poikkeusjuoksutusten ohjeistus ja seuranta	Tiedottaminen
Vesilain mukaisten poikkeuslupien haku ympäristölupavirastolta (vesilaki 12:19.1, maa- ja metsätalousministeriön suostumus) tai poikkeuslupien haun neuvonta, avustus, vaikutusten arviointi ja lausunnot (vesilaki 12:19.3)	
Virka-avun pyynnöt	
Tulvasuojelurakenteiden käyttö (esimerkiksi padot, tulvaluukut, pumppaamot)	
Penkereiden katkaisu ja veden päästäminen pengerrysalueille	
Vesilain mukaisten poikkeuslupien haku ympäristölupavirastolta (vesilaki 12:19.1, maa- ja metsätalousministeriön suostumus)	
Tiedottaminen	

Taulukko 13. Ympäristö- ja pelastusviranomaisten tehtäväjako tulvatilanteessa. (Timonen ym. 2003)

5.2 Tulviin varautumiseen liittyvä lainsäädäntö

Tulvasuojelu ja tulvasuojelutoimenpiteiden rakentaminen on huomioitu myös laissa. Useammassa eri laissa on säännöksiä ja määräyksiä tulviin varautumiseen liittyen. Keskeisiä tulviin liittyviä lakeja ovat Vesilaki, Maankäyttö- ja rakennuslaki, Patoturvallisuuslaki sekä EU:n tulvadirektiivi. Lisäksi uusi Laki tulvariskien hallinnasta on valmistumisvaiheessa. Viranomaisten toimivallasta ja tehtävistä tulvasuojelussa ja tulvantorjunnassa on säädetty yleisessä

pelastuslainsäädännössä ja ympäristöviranomaisten osalta ympäristöhallintolaissa.

Maankäytön suunnittelulla ja rakennusten sijoittelulla voidaan vähentää uusille rakennuksille syntyviä tulvavahinkoja. Vuonna 2000 voimaan tulleen Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan kuntien on otettava huomioon mahdollinen tulvan, sortuman ja vyörymän vaara kaavoituksessa ja rakennuslupia myönnettäessä. Kunnilla tai kaupungilla on vastuu, jos rakennetaan tulvauhan alaiselle alueelle. Tavoitteena on ohjata rakennusten ja tulva-alttiiden toimintojen

sijoittumista tulvavaarattomille alueille. Jos tulvauhan alaisille alueille rakennetaan, pitäisi tulvasuojelutoimenpiteitä, kuten tulvapenkereet, tehdä jo ennen rakentamisen aloittamista. Kaavoissa pitää olla esitys suositeltavasta alimmasta rakennuskorkeudesta, riittävästä tulvasuojelutasosta ja muista toimenpiteistä tulvan torjumiseksi, jos rakennetaan tulvauhan alaisilla alueilla. (Maankäyttö- ja rakennuslaki)

Patoturvallisuuslain tavoitteena on varmistaa turvallisuus padon rakentamisessa, kunnossapidossa ja käytössä sekä vähentää padosta aiheutuvaa vahingonvaaraa. Kaikki padot kuuluvat patoturvallisuuslain piiriin. Patoturvallisuuslaki koskee myös tulvapenkereitä. ELY-keskuksen ympäristöviranomaiset ovat lain valvontaviranomaisia. Pato on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei sen käyttämisestä aiheudu vaaraa turvallisuudelle. Padon rakentamista varten laadittavassa suunnitelmassa on esitettävä, miten tämän lain mukaiset patoturvallisuusvaatimukset on otettu huomioon. Patoturvallisuusviranomaisen on lausunnossaan esitettävä tarvittaessa arvio padon mitoituksesta patoturvallisuuden kannalta. Padon omistajan on ryhdyttävä tarpeellisiin toimiin pato-onnettomuuden ehkäisemiseksi ja onnettomuudesta aiheutuvien vahinkojen rajoittamiseksi. (Patoturvallisuuslaki)

Vesilaissa on säännöksiä vesiin ja vesiympäristössä tehtävien toimenpiteiden, vesistöissä rakentamiseen ja säännöstelyn varalle. Kaikkiin toimenpiteisiin, jotka vaikuttavat vesistön vedenkorkeuden muutokseen tai virtaaman muutokseen, löytyvät säännökset vesilaista. Vesilaki ohjaa kaikkia vesistössä tehtäviä toimenpiteitä. Vesilain mukaan esimerkiksi tarvitaan lupa vesistön ruoppaamiseen ja ruoppausmassan sijoittamiseen vesialueelle. (Vesilaki luvut 1, 2, 7 ja 8.)

Euroopan unionin direktiivi tulvariskien arvioinnista ja hallinnasta on tullut voimaan vuonna 2007. Direktiivin tarkoituksena on luoda puitteet tulvariskien arvioinnille ja hallinnalle, jolla pyritään vähentämään tulvien aiheuttamia vahingollisia seurauksia. Direktiivissä on määrätty, että vuoteen 2011 mennessä tehdään tulvariskien alustava arviointi ja vuoteen 2013 mennessä laaditaan tunnistetuille alueille tulvavaara- ja tulvariskikartat. Vuoteen 2015 mennessä kaikkien jäsenmaiden on tehtävä tulvaherkille alueille tulvariskien hallintasuunnitelmat.

Uusi laki tulvariskien hallinnasta on vireillä. Tässä laissa säädetään tulvariskien hallinnan järjestämisestä ja sitä varten tarvittavista selvityksistä, menettelyistä, suunnitelmista, osallistumisesta ja kansainvälisestä yhteistyöstä. Tällaisia toimenpiteitä ovat esimerkiksi tulvien todennäköisyyksien ja niistä aiheutuvien vahinkojen arviointi, tulvalle alttiiden alueiden kartoittaminen ja tulvariskien hallintasuunnitelmien laatiminen. Tulvariskien hallintaan kuuluvat myös tulvariskeistä tiedottaminen, tulvariskien huomioiminen alueiden käytön suunnittelussa ja rakentamisessa sekä tulvavaroitusjärjestelmien kehittäminen. Keskeisiä asioita, joita säädetään tässä laissa, ovat myös toiminta tulvan uhatessa ja tulvatilanteessa, vesistötulvien ehkäisy vesistön säännöstelyn ja juoksutusten avulla, tulvasuojelurakenteiden suunnittelu ja käyttö, patoturvallisuudesta huolehtiminen sekä toimenpiteet tulvatilanteesta toipumiseksi. Laissa on määrätty tulvatilanteesta saatujen kokemusten hyödyntämisestä sekä tulvavahinkojen vaikutusten lieventämisestä ja korvaamisesta. Lain yleisenä tarkoituksena on vähentää tulvariskejä, ehkäistä ja lieventää tulvista aiheutuvia vahingollisia seurauksia ja edistää varautumista tulviin. Ehdotetulla lailla pantaisiin täytäntöön Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (2007/60/EY) tulvariskien arvioinnista ja hallinnasta. (Direktiivi 2007/60/EY.)

6 Ehdotus jatkotoimenpiteiksi

Keskeinen jatkotoimenpide on tehdä kokonaisvaltainen selvitys ja arviointi erilaisista tulvasuojelun keinoista. Eri keinojen hyötyjä, haittoja ja toteuttamismahdollisuuksia voidaan tarkastella kokonaisvaltaisella arvioinnilla, jossa ovat mukana kaikki mahdolliset asiaa koskevat tahot. Tämän arvioinnin perusteella voidaan valita Rovaniemelle toteuttamisen arvoiset tulvasuojelun toimenpiteet. Kun parhaat mahdolliset keinot on saatu selvitettyä, voidaan aloittaa toimenpiteiden suunnittelu ja toteutus. Kittilässä yhdeksi tulvasuojelukeinoksi on jo päätetty tulvapenkereet, mutta siellä myös muiden vaihtoehtojen kokonaisvaltainen arviointi tulee tehdä, jotta tulvasuojelusta saataisiin mahdollisimman kattava kokonaisuus.

Rovaniemellä Saarenkylän suojelemiseksi tulvavahingoilta Saarenputaan päiden sulkeminen padoilla sekä Saarenkylän alavien ranta-alueiden pengertäminen voisi olla kustannuksiltaan, toteutettavuudeltaan ja toimivuudeltaan yksi toteuttamisen arvoisista vaihtoehdoista. Rovaniemellä tulee tehdä kustannus- ja tehokkuusanalyysi padotuksesta ja pengerryksestä ja siihen liittyvistä toimista. Oleellista on selvittää patojen ja penkereiden suunnitteluun ja toteutukseen liittyvät kustannukset ja ongelmakohtat, jotta tiedetään onko tätä vaihtoehtoa mahdollista toteuttaa. On tarpeen selvittää, mistä tarvittavat tilapäiset ja pysyvät rakenteet on mahdollista hankkia ja millä aikataululla padot ja penkereet voidaan rakentaa.

Rovaniemen suojelemiseen tulvavahingoilta pitäisi kehittää myös säännöstelyä. Vanhat uitionaikaiset säännöstelyohjeet pitäisi saada vastaamaan nykyisiä tarpeita. Pitäisi selvittää keinot, millä tavoin säännöstelyä voidaan kehittää. Samalla pitää tehdä selvitys Kemijoen vesistöissä olevien säännöstelylaitaiden ylipadotusmahdollisuudesta ja ylipadotuksen vaikutuksista sekä miten altain avulla voidaan varautua kevättulviin ja rankkasateisiin. Olisi selvittävä miten Kemijärven ylipadotus vaikuttaisi Rovaniemellä vedenkorkeuksiin. Padotuksen hyöty voi olla suuri silloin, kun halutaan välttyä suuremmilta tulvavahingoilta.

Sekä Rovaniemen että Kittilän osalta keskeinen jatkotoimenpide on kartoittaa tulvauhanalaiset rakennukset ja tehdä sen myötä tarkempia vahinkoarviota tulvien vaikutuksista. Tulvavaarakarttojen avulla voidaan paikantaa tulvavaara-alueet erisuuruksilla tulvilla. Tulva-alueilta pitäisi mitata kaikkien rakennusten lattiakorkeudet, jotta tiedetään vahingoittaako tulvavesi rakennuksia ja kuinka monta rakennusta mahdollisesti tulee kastumaan. Tämän kartoitus- ja mittaustyön perusteella voidaan laskea vahinkoarviot eri tulvatilanteissa. Tulvien aiheuttamia vahinkoja selvitetään myös tulvariskikartoituksen yhteydessä. Tulvariskikarttojen tekeminen aloitetaan vuonna 2010 Lapin ELY-keskuksessa. Riskikarttojen valmistumisen myötä vahinkoarvioista saadaan uutta lisätietoa.

Rovaniemen sekä Kittilän alueille pitäisi tehdä tarkka varautumissuunnitelma suurtulvien varalle. Kaikkien eri osapuolten pitää tietää, miten tulvatilanteessa toimitaan ja kuka on vastuussa erilaisissa tehtävissä. Varautumissuunnitelma pitäisi saada yhteen pakettiin, jossa on kaikkien eri osapuolten tehtävät kirjattu ylös. Suunnitelma pitäisi olla selkeä ja kaiken kattava, joka olisi viranomaisten lisäksi myös asukkaiden saatavilla. Harjoituksia myös oikean tulvatilanteen varalle pitäisi järjestää säännöllisesti, jotta huomataan onko suunnitelmissa puutteita ja eri tahot saavat kokemusta hätätilanteen varalle. Tulvantorjunnan avuksi voisivat osallistua myös puolustusvoimat. Heidän mahdollisuudet esimerkiksi tilapäisten tulvasuojelurakenteiden säilyttämiseksi ja hallinnoimiseksi sekä henkilöstöresurssien lisäämiseksi tulisi selvittää.

Rovaniemen Saarenkylä on pilottikohteena kansainvälisessä tulvaviestinnän kehittämishankkeessa, jota Suomessa koordinoidaan Suomen ympäristökeskuksessa. Tutkimuksen tarkoituksena on parantaa tulvariskisuunnittelua ja tiedonkulkua riskialueiden asukkaille sekä kehittää viranomaisten ja kansalaisten välistä yhteydenpitoa. Tiedottaminen tulvatilanteessa on haastava toteuttaa, sillä tiedotuskanavia on useita, eikä tiedetä, millä tavoin kaikki ihmiset parhaiten saavat tiedon. Tiedotusongelman ratkaisemiseksi tulvaviestinnän kehittäminen Rovaniemen alueella on erityisen hyödyllinen projekti. Tulvaviestintämenetelmästä pitäisi kehittää toimiva ja sujuva, jolloin sitä voidaan hyödyntää myös muilla paikkakunnilla, kuten Kittilässä.

Erilaisten tutkimusten tekeminen, vesistö- ja ilmastomallien kehittäminen sekä hydrologisen seurannan ylläpitäminen ovat myös tärkeitä toimenpiteitä. Kemi- ja Ounasjoen vesistöissä pitää selvittää mahdolliset tarpeet uusien havaintoasemien lisäämiseksi, jotta saataisiin mahdollisimman tarkkaa hydrologista tietoa vesistöistä ja voidaan siten tarkemmin ennustaa tulvia. Suomen ympäristökeskuksessa tehtyjen tutkimusten tuloksia ilmastomuutoksen vaikutuksista pitäisi tuoda entistä paremmin kaikkien ihmisten tietoon. Ilmastomallien kehittyessä tietoa ilmastomuutoksen vaikutuksista tulviin on oleellista jatkuvasti päivittää.

Jatkotoimenpiteinä oleellista olisi myös selvittää kaavoitukseen liittyvä ongelma. Nykyisten sääntöjen mukaan tulvauhanalaisille alueille ei tule sijoittaa uudisrakentamista. Tällä hetkellä monilla tulvanuhausilla alueilla, esimerkiksi Rovaniemen Saaren-

kylässä, on ongelmana, kun osa rakennuskannasta on nykyisten alimpien rakennuskorkeusmääräysten alapuolella. Uusille tonteille joudutaan tekemään huomattavia korotuksia, jotta saavutetaan riittävä korkeus rakennuksen perusteille. Vanhat ja uudet kaavat sekä rakentamishjeistukset ovat ristiriidassa keskenään. Maankäyttö- ja kaavoitusasiat tulee selvittää erillisen asiantuntijaryhmän toimesta siten, että rakentamiselle saadaan selkeä tulvat huomioitava toimintalinjaus.

Rovaniemelle ja Kittilään pitää laatia yksityiskohtaiset tulvasuojelusuunnitelmat sekä hakea mahdolliset luvat eri tulvasuojelutoimenpiteiden toteuttamiseksi. Oleellista on myös rahoituksen selvittäminen eri suojelumenetelmien suunnitteluun ja toteuttamiseen. Historian isot tulvat osoittavat, että isoja tulvia voi syntyä Kemijoen vesistöalueella, joten selkeitä ja konkreettisia toimia tulvan varalle täytyy saada nopeasti valmiiksi.



Kuva 30. Jäidenlähtö Ounasjoella keväällä 2009. (Kurkela 2009)

7 Yhteenveto

Kemijoen vesistöalue on laaja, joka kattaa suurimman osan Lapin maakunnasta. Kemijoen vesistöalueen tulviminen on luonnollinen joka kevät tapahtuva ilmiö. Sääoloiltaan poikkeuksellisin vuosina Kemijoki ja Ounasjoki saattavat tulvia runsaasti aiheuttaen vahinkoa. Lumen sulamisen seurauksena syntyneet kevättulvat ovat suurimpia tulvia Lapissa, mutta toisinaan esiintyy myös runsaista vesisateista johtuvia kesä- ja syystulvia. Suurimman riskin erityisesti Ounasjoella aiheuttavat jääpadot, joita syntyy vuosittain tietyille jaksoille joella.

Tavallista suurempia tulvia on esiintynyt sekä Rovaniemellä että Kittilässä säännöllisin väliajoin. Viimeisin tavallista suurempi tulva sattui Ounasjoella Kittilässä vuonna 2005. Rovaniemellä viimeisin suuri tulva oli Kemijoella vuonna 1993. Poikkeuksellisen tulvatilanteen aiheuttaa yleensä runsasluminen talvi, myöhäinen kevät, nopea lämpötilan nousu sekä runsaat vesisateet lumen sulamisen ja jäidenlähdön aikaan. Näiden säätekijöiden yhteisvaikutuksesta jokeen valuu sulamisvesiä runsaasti lyhyen ajan sisällä, jolloin jokiuoman vetokyky ei riitä. Myös jääpatoja voi muodostua kapeisiin ja mataliin kohtiin joella, jolloin vesi voi nousta muutamassa tunnissa vaarallisen korkealle. Rovaniemellä jääpatoja muodostuu Valajaskosken voimalaitoksen yläpuolelle Pahtajalle. Ounasjoella jääpatoja muodostuu vuosittain Kittilässä Majaniemeen ja Kaukokseen. Lisäksi Ounasjoen alajuoksulla jääpatoja muodostuu Taljasuvantoon, Patokosken lisinkisuvantoon ja Nivankylään. (Kurkela 1985.)

Clim-ATIC-hankkeessa on tehty tutkimuksia ilmastomuutoksen vaikutuksista Rovaniemen ja Kittilän tulviin. Saatujen tuloksien mukaan ilmastomuutoksen vaikutukset tulviin näyttäisivät olevan vähäiset. Vielä ei voida varmuudella sanoa, miten paljon ilmastomuutos vaikuttaa tulvien suuruuteen, sillä siihen vaikuttaa kuinka paljon sateet kasvavat ja lämpötila muuttuu suhteessa toisiinsa. Tutkimusten mukaan ilmasto tulee lämpenemään kesällä 2-3 astetta ja talvella 4-5 astetta ja sateiden arvioidaan lisääntyvän etenkin talvella. Talviaikaiset vesisateet voivat lisääntyä, jolloin lumen määrä vähenee. Lumien aika lyhenee erityisesti alkutalvesta. Ilmastomuutoksen vaikutukset ovat suurempia ja nopeampia Rovaniemellä kuin Kittilässä, mutta ajan myötä

ilmastonmuutoksen vaikutukset tulevat näkymään myös Kittilässä.

Ilmastomuutoksen alkuvaiheessa tulvariskit voivat hieman kasvaa, koska talviaikaisten sateiden kasvun myötä lumipeite on paksumpi ja keväällä lumien sulaessa voi aiheutua aiempaa isommat virtaamat. Myöhemmin, ilmaston lämmetessä enemmän, sateet tulevat erityisesti alkutalvesta vetenä, jolloin lumipeite jää ohuemmaksi. Tämän seurauksena tulvien koko voi hieman pienentyä. Kevättulvien ajankohta myös hieman aikaistuu. Vaihtelevien säätekijöiden vaikutuksesta voi syntyä myös talviaikaisia tulvia, jolloin erityisesti jääpatoriskit muodostuvat suureksi ja jääolosuhteet voivat muuttua. Myös kesä- ja syystulvien odotetaan olevan suurempia kuin aiemmin, mutta ne eivät yllä kuitenkaan kevättulvien tasolle.

Rovaniemi ja Kittilä on kartoitettu tulvariskialueiksi (Timonen ym. 2003), joten alueille on tehty EU:n tulvadirektiivin mukaiset tulvavaarakartat. Tulvadirektiivin mukaiset tulvariskikartat tehdään samoille alueille kuin tulvavaarakartat ja niiden tekeminen aloitetaan vuonna 2010. Tulvavaarakartat välittävät karttapohjaista tietoa tulvaveden peittämistä alueista. Tulvavaarakartat on tehty tulville, jotka toistuvat keskimäärin kerran 20, 50, 100, 250 ja 1000 vuodessa. Tulvavaarakartat ovat suuri apu maankäytön suunnittelussa ja tulvatiedotuksessa, niiden avulla kansalaiset ja viranomaiset saavat tietoa tulva-alueiden laajuudesta. Tulvariskikarttojen valmistumisen myötä saadaan lisätietoa alueen tulvavaaran asteesta ja tulvien aiheuttamista vahingoista. EU:n tulvadirektiivin mukaiset tulvariskien hallintasuunnitelmat valmistuvat vuoteen 2015 mennessä. Näihin suunnitelmiin kootaan yhteen koko Kemijoen vesistön valuma-aluetta koskevat tulvariskejä pienentävät toimenpiteet. Hallintasuunnitelmat tulevat ohjaamaan tulvasuojelun suunnittelua Rovaniemellä ja Kittilässä.

Tulvia pystytään nykyisillä menetelmillä ennakoimaan hyvin, mutta huipputulvan ajankohtaa ei voida arvioida kuin pari päivää etukäteen, jolloin tulvantorjuntatoimenpiteet pitää olla jo valmiina. Rovaniemi ja Kittilä ovat lisänneet tulviin varautumista ja aloittaneet tulvasuojelun suunnittelun. Toimenpiteitä suuren tulvan varalle on alustavasti suunniteltu, mutta toteutettuja tulvasuojelun toimenpiteitä on tehty vie-

lä hyvin vähän Rovaniemellä ja Kittilässä. Kittilään on valittu yhdeksi tulvasuojelun menetelmäksi tulvapenkereiden rakentaminen. Penkereet ovat edullinen ja nopea tulvasuojeluvaihtoehto toteuttaa ja niillä saadaan hyvin estettyä tulvaveden leviäminen asuinalueelle.

Tulvasuojelutoimenpiteinä Kemijärven säännöstelyllä voidaan pienentää Rovaniemen tulvariskiä. Kemijärven säännöstelyllä voidaan siirtää Kemijoen tulvahuippua muutamalla päivällä, jolloin saadaan estettyä, etteivät Kemi- ja Ounasjoen tulvahuiput sattuisi yhtä aikaa Rovaniemelle. Useina vuosina Kemijärvellä on jouduttu hakemaan lupaa vedenkorkeuden tilapäiseksi nostamiseksi säännöstelyrajan yläpuolelle, jotta saataisiin estettyä tulvauhka Rovaniemellä. Kemijärven säännöstelyn lisäksi Valajaskosken säännöstelyllä voidaan vaikuttaa Rovaniemen jääpatotilanteisiin nostamalla vedenkorkeutta keväällä jäidenlähdon helpottamiseksi. Aikaisen kevään sattuessa vedenpinnan nostaminen pitäisi voida aloittaa jo aiemmin, nykyisistä säännöstelyohjeista poiketen, jolloin voidaan helpottaa jäiden lähtöä ja pienentää tulvariskiä Rovaniemellä. Säännöstelyohjeiden ja lupakäytännön päivittäminen nykyajan tarpeita vastaavaksi olisi tarpeellista, jotta aikaisen kevättulvan ja vaikean jäänlähtötilanteen sattuessa ne voitaisiin ottaa huomioon.

Tulvasuojelualtaat, joihin varastoidaan vettä suuren tulvan uhatessa, ovat toimiva ratkaisu tulvavesien pidättämiseksi valuma-alueella. Altaat ovat kalliita ja hitaita toteuttaa. Kittilässä on alustavasti tutkittu tulvasuojeluvaihtoehtoksi kahden tulvasuojelualtaan rakentamista Kittilän yläpuolelle Loukiseen ja Tepastoon. Altaiden toteuttaminen vaatii paljon lisäselvityksiä ja muutoksia mm. Ounasjokilaissa. Jokiuoman ruoppausta on myös esitetty tulvasuo-

jeluvaihtoehtoksi sekä Rovaniemelle että Kittilään. Ruoppauksella parannettaisiin jokiuoman vetokykyä tulvan aikana. Jokiuoman ruoppaus ja perkaaminen ovat työläitä ja kalliita toteuttaa, ja niiden tulvasuojelun hyödyt ovat kustannuksiin nähden vähäiset. Ruoppaus vaatii myös lisäselvityksiä ennen toteuttamista. Tulvasuojelualtaiden rakentaminen ja jokiuoman ruoppaus ovat vaikeita toteuttaa, sillä ne vaativat lakimuutoksia muun muassa alueilla olevien luonnonsuojelualueiden vuoksi.

Tilapäiset ja nopeasti koottavat tulvasuojelurakenteet ovat hyödyllisiä äkillisen tulvan sattuessa. Tilapäisillä rakenteilla estetään tulvan leviäminen yksittäiselle alueelle. Nämä rakenteet voisivat toimia hyvin kiinteiden ja pysyvien tulvasuojelurakenteiden lisänä. Saarenkylässä esimerkiksi on alustavasti hahmoteltu vaihtoehtoa, jossa Saarenputaan päät suljettaisiin tilapäisillä padoilla suurtulvan ajaksi ja estettäisiin Saarenkylän kastuminen putaan kautta. Tilapäisiä tulvasuojelurakenteita pitäisi hankkia lisää ja niille pitäisi rakentaa varastopaikka, josta ne olisi helppo ja nopea kuljettaa tulva-alueelle.

Tulvasuojelun toimenpidevaihtoehtoja on esitetty molemmille paikkakunnille, mutta vielä tarvittaisiin perusteellinen kokonaisvaltainen selvitys kaikkien toimenpiteiden hyödyistä, haitoista ja muista vaikutuksista. Todennäköisesti mikään menetelmä yksinään ei tule olemaan kattavin, vaan tarvitaan useita eri toimenpiteitä, jotta tärkeät alueet saadaan suojattua tulvavedeltä. Toimivimmaksi tulvasuojelukeinoksi todennäköisesti valikoituu useiden eri toimenpiteiden yhdistelmä. Tulviin varautumiseksi pitäisi kehittää uusia tulvantorjunnan ja tulvasuojelun toimintatapoja. Yhteistyö asukkaiden ja eri viranomaisten välillä on ensiarvoisen tärkeää ja sitä pitää lisätä.

Lähteet

- Ahvenainen, J. 1967. Tulviva Kemijoki. Teoksessa Linkola, M.: Entinen Kemijoki. 118-127 s. Kemijoki Oy. Helsinki.
- Alho, P., Sane, M., Huokuna, M., Käyhkö, J., Lotsari, E., Lehtiö, L. 2008. Tulvariskien kartoittaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2008. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Direktiivi tulvariskien arvioinnista ja hallinnasta 2007/60/EY.
- Halonen, M. 1998. Ounasjoen vesistön monikäytön kehittäminen. Yleissuunnitelma. Alueelliset ympäristöjulkaisut 64. Lapin ympäristökeskus. Rovaniemi.
- Honka, A. 2008. Tulvasuojeluvaihtoehdot Kittilä. PowerPoint-esitys. 19.11.2008.
- Huokuna, M. 2003. Tulvakartoitus apuna tulvavahinkojen estämisessä. Vesitalous 2/2003. Internetosoitteessa: <http://www.mvtt.fi/Vesitalous/arkisto/2003/022003/mikkhuok.pdf>. 2.6.2010
- Huttunen, M. 2007. Kemijärven nosto. Julkaisematon tutkimus. Lapin ympäristökeskus. Rovaniemi. Sähköpostiviesti. 8.10.2009.
- Ilmatieteenlaitos 2009a. Ilmastotilastot. Internetosoitteessa: http://www.fmi.fi/saa/tilastot_146.html. 17.11.2009
- Ilmatieteenlaitos 2009b. Talven lumista ja lumisuudesta. Internetosoitteessa: http://www.fmi.fi/saa/tilastot_10.html. 17.11.2009
- IPCC, 2000. Emission Scenarios. Summary for Policymakers. A Special Report of IPCC Working Group III. Intergovernmental panel on climate change. Internetosoitteessa: <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf>. 2.6.2010
- Järviluoma, J. & Suopajarvi, L. (toim.) 2009. Ilmastomuutoksen ennakoituihin vaikutuksiin sopeutuminen Rovaniemellä. Clim-ATIC-hankkeen raportti. Lapin yliopiston yhteiskuntatieteellisiä julkaisuja c. Työpapereita 52. Rovaniemi.
- Kemijoki Oy 2008. Ylivoimainen vesivoima. Kemijoki Oy:n yleisesite 2008. Internetosoitteessa: [http://www.kemijoki.fi/Kemijoki/kemijokiwww.nsf/images/Ylivoimainen%20vesivoima%202008.pdf/\\$FILE/Ylivoimainen%20vesivoima%202008.pdf](http://www.kemijoki.fi/Kemijoki/kemijokiwww.nsf/images/Ylivoimainen%20vesivoima%202008.pdf/$FILE/Ylivoimainen%20vesivoima%202008.pdf). 11.10.2010.
- Kurimo, H. 1967. Kemijoki. Teoksessa Linkola Martti (toim.): Entinen Kemijoki, 7-9 s. Kemijoki Oy. Helsinki.
- Kurkela, R. 1985. Selvitys jääpatojen aiheuttamista tulvista Ounasjoella. Vesihallituksen monistesarja nro 309. Helsinki.
- Kämäräinen, J-P. 2009. Rovaniemen taajama-alueen tulvien aiheuttamien vahinkojen rajoittamisen yleissuunnitelma. LAP-2007-V-2. Julkaisematon raportti. Lapin ympäristökeskus. Rovaniemi
- Laki Ounasjoen erityissuojelusta 703/83.
- Lindqvist, E. & Posio, P. (toim.) 2005. Lapin Natura-opas. Ympäristöopas 124. Lapin ympäristökeskus. Rovaniemi.
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999. Suomen säädöskokoelma 132/1999.
- Marttunen, M., Hellsten, S., Kerätär, K., Tarvainen, A., Visuri, M., Ahola, M., Huttunen, M., Suomalainen, M., Ulvi, T., Vehviläinen, B., Vääntänen, A., Päiväniemi, J. & Kurkela, R. 2004. Kemijärven säännöstelyn kehittäminen – yhteenveto ja suositukset. Suomen ympäristö 718. Lapin ympäristökeskus, Rovaniemi.
- Moore, J. 2008. Lapin lumikausi globaalin ilmastomuutoksen näkökulmasta. Teoksessa Järviluoma, J. & Suopajarvi, L. (toim.): Ilmastomuutoksen ennakoituihin vaikutuksiin sopeutuminen Rovaniemellä. 19-31 s. Lapin yliopiston yhteiskuntatieteellisiä julkaisuja c. Työpapereita 52. Rovaniemi.
- Näätänen, T. 2009. Kittilän tulvasuojelu, Vaihe 1, Terveyskeskuksen alue. LAP-2005-V-29. Lapin ympäristökeskus. Rovaniemi.
- Oja, S. 2002. Jääpadot riskitekijänä Ounasjoella Suomen Lapissa. Pro gradu –tutkielma. Maantieteen laitos, Helsingin yliopisto.
- Ollila, M., Virta, H., & Hyvärinen, V. 2000. Suurtulvaselvitys. Arvio mahdollisen suurtulvan aiheuttamista vahingoista Suomessa. Suomen ympäristökeskus. Helsinki.
- Patoturvallisuuslaki 2009. Suomen säädöskokoelma 494/2009.
- Rovaniemi 2009. Lapin pääkaupunki - Rovaniemi - kansainvälinen osaamisen ja kulttuurin keskus. Internetosoitteessa: http://www.rovaniem.fi/suomeksi/Palveluhakemisto/Kuntainfo/Kunta_lyhyesti.iw3. 16.12.2009

- Rovaniemen yleiskaava 2015. Internetosoitteessa: <http://www.rovaniemi.fi/loader.aspx?id=89af66fd-43f9-4886-9bf5-7edb2861cee9>. 10.12.2009
- Ruosteenoja, K. 2007. Maailmanlaajuisiin ilmastomalleihin perustuvia lämpötila- ja sademääräskenaarioita. Internetosoitteessa: http://www.ilmatieteenlaitos.fi/kuvat/acclim_Itila_sadeskenaariot_verkko.pdf. 2.6.2010
- Saarijärvi, V. 2005. Kevään 2005 tulvat Lapissa. Vuosiraportti. Lapin ympäristökeskus. Rovaniemi.
- Saarijärvi, V. 2004. Kemijoen vesistön tulvantorjunnan toimintasuunnitelma. Opinnäytetyö Rovaniemen ammattikorkeakoulussa. Rakenustekniikan koulutusohjelma. Rovaniemi.
- Saarnisto, M., Kotivuori, H., Vahtola, J. & Enbuske, M. 1996. Rovaniemen historia vuoteen 1721. Kotatuliilta savupirtin suojaan. Rovaniemen kaupunki. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.
- Sane, M., Alho, P., Huokuna, M., Käyhkö, J. & Selin, M. 2006. Opas yleispiirteisen tulvavaarakartoituksen laatimiseen. Ympäristöopas 127. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Internetosoitteessa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=48594&lan=fi>. 11.10.2010
- Siren, A. 1974. Lapin hydrologiasta. Teoksessa Lapin ilmastokirja. Acta Lapponica Fenniae Nro 8. Rovaniemi.
- Tiehallinto 2007. Tienpidon varautuminen tulvan aikana Lapin tiepiirissä. Toimintaohje 19.3.2007. Tiehallinto. Lapin tiepiiri. Rovaniemi.
- Tilastokeskus 2009. Väkiluku sukupuolen mukaan alueittain sekä väestömäärän muutos 31.12.2009. Tilastokeskuksen PX-Web-Tietokannat. 27.4.2010.
- Timonen, R., Ruuska, R., Suihkonen, K., Taipale, P., Ollila, M., Kouvalainen, S. Savea-Nukala, T., Maunula, M., Vähäsöyrinki, E. & Hanski, M. 2003. Suurtulvatyöryhmän loppuraportti -ehdotukset toimenpiteiksi suurista tulvista aiheutuvien vahinkojen vähentämiseksi. Työryhmämuistio MMM 2003:6. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki.
- Tunturi-Lapin maakuntakaava: Internet-osoitteessa: http://www.lapinliitto.fi/maakunta-kaavoitus/tunturilapin_maakuntakaava. 12.10.2010.
- Veijalainen, N. 2010. Tulvien muuttuminen ilmastomuutoksen vaikutuksesta Rovaniemellä ja Kittilässä. Clim-ATIC. Suomen ympäristökeskus. Helsinki.
- Veijalainen, N. & Vehviläinen, B. 2006. Ilmastomuutoksen vaikutus P-patojen mitoitustavoihin, Kemijoki ja Oulujoki. Suomen ympäristökeskus, Hydrologian yksikkö. Helsinki.
- Vesihallitus 1980. Lapin vesien käytön kokonaissuunnitelma: Vesihallituksen asettaman työryhmän ehdotus: 1 osa: Suunnittelualue ja vesivarat. Vesihallitus, Helsinki.
- Vesilaki 1961. Suomen säädöskokoelma 261/1961.

KUVAILEHTI

Julkaisusarjan nimi ja numero Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 6/2010				
Vastuualue Ympäristö ja luonnonvarat				
Tekijät Anna Kurkela		Julkaisu-aika Joulukuu 2010		
		Julkaisija Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		
		Hankkeen rahoittaja/toimeksiantaja Clim-ATIC -hanke, Northern Periphery Programme 2007-2013, European Regional Development Fund		
Julkaisun nimi Tulviin varautuminen Rovaniemellä ja Kittilässä Ilmastonmuutoksen vaikutukset tulviin				
Tiivistelmä Tulviin varautuminen Rovaniemellä ja Kittilässä, Ilmastonmuutoksen vaikutukset tulviin on koosteraportti tulvista ja tulviin varautumisesta Kemi- ja Ounasjoen vesistöissä Rovaniemen ja Kittilän alueilla. Raportti on tehty kansainväliselle Clim-ATIC -hankkeelle, jossa selvitetään ilmatonmuutoksen vaikutuksia pohjoisilla alueilla sekä laaditaan ilmatonmuutoksen sopeuttamis-strategioita eri kohdealueille. Clim-ATIC -hankkeessa tehdään havainnollisia mallinnuksia ilmastonmuutoksen vaikutuksista, jolloin saadaan konkreettista tietoa, miten ilmastonmuutos vaikuttaa tulvien muuttumiseen ja sääoloihin ja sitä kautta Lapille tärkeille elinkeinoille kuten matkailulle. Raportissa on koottu yhteen Rovaniemen ja Kittilän alueiden ilmastonmuutokseen ja tulvasuojeluun liittyviä tutkimuksia ja selvityksiä. Raportissa käydään läpi Rovaniemellä ja Kittilässä esiintyneet aiemmat tulvatilanteet sekä tutkitaan tulvan leviämistä kerran sadassa vuodessa esiintyvällä tulvalla Lapin ELY-keskuksessa tehtyjen tulvavaarakarttojen avulla. Lisäksi raportissa esitellään Suomen ympäristökeskuksen hydrologian yksikössä tehtyjen ilmastonmuutostutkimusten tulokset. Tuloksissa ilmenee, miten ilmastonmuutos tulee tämän hetkisten arvioiden mukaan vaikuttamaan Rovaniemen ja Kittilän tulviin. Raportin loppuosassa käydään läpi Rovaniemen ja Kittilän alueille suunniteltuja tulvasuojelun vaihtoehtoja.				
Asiasanat ilmastonmuutos, tulvat, tulvasuojelu, tulvavaarakartoitus				
ISBN (painettu) 978-952-257-200-4	ISBN (PDF) 978-952-257-201-1	ISSN-L 1799-3865	ISSN (painettu) 1799-3865	ISSN (verkkojulkaisu) 1799-3873
Kokonaissivumäärä 44	Kieli suomi		Hinta (sis. alv 8%) —	
Julkaisun myynti/jakaja Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus Hallituskatu 5 C, PL8060, 96101 Rovaniemi, Puh. 040 562 2821 Julkaisu saatavana myös verkossa: www.ely-keskus.fi/lappi/julkaisut				
Julkaisun kustantaja Clim-ATIC -hanke, Northern Periphery Programme 2007-2013, European Regional Development Fund				
Painopaikka ja -aika Kopijyvä Oy, Kuopio 2010				

Lapin elinkeino-,
liikenne- ja ympäristökeskus
Hallituskatu 5 C
96100 Rovaniemi
puh. 020 636 0010
www.ely-keskus.fi/lappi

ISSN-L 1799-3865

ISSN 1799-3865 (painettu)
ISBN 978-952-257-200-4 (painettu)

ISSN 1799-3873 (verkkojulkaisu)
ISBN 978-952-257-201-1 (pdf)